12101/A
e 5

Balthazari

918
A/mer

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

MICROMETRIA,

HOC EST, 76023

DE

MICROMETRORUM,

TUBIS OPTICIS

Seu

TELESCOPIIS & MICROSCOPIIS

applicandorum varia Structura ac Uſu multiplici Opuſculum,

Cum

Obſervationibus Aſtronomicis, tum & aliarum rerum dimenſionibus plurimum inſerviens,

AUTORE

THEODORO BALTHASARIS,

Med. Lic. Matheſ. Prof. & Phyſic. Ordinar. Erlang.

CHRISTIAN-ERLANGÆ,

SUMPT. JOH. ANDREÆ LORBERI, BIBLIOPOLÆ,

Typis DANIEL MICHAEL Schmatz. 1710.

SERENISSIMO PRINCIPI
AC DOMINO,

DOMINO
FRIDERICO
WILHELMO,

IN LIVONIA CUR-
LANDIÆ ET SEMI-
GALLIÆ

DUCI,

PRINCIPI AC DOMINO
SUO CLEMENTIS-
SIMO,

FELICITATEM PERPETUAM

PRECATUR

AUTOR.

SERENISSIME DUX, PRINCEPS AC DOMINE CLEMENTISSIME.

TE, dulciſſimæ Tuæ patriæ fines feliciſſimis auſpiciis repetentem, exiguus iſte liber conſequitur; hunc a TE, Sereniſſime Dux, propitio Clementique vultu exceptum iri, non diffido. De Micrometris agit, hoc eſt, parvulis inſtrumentis Mathematicis, quæ ſi tubis Opticis applicentur, magna & pene incredibilia præſtant, dum vide-

videlicet illorum beneficio prægrandia illa pulcherrimaque mundi corpora, quæ ob inſignem a nobis terricolis diſtantiam exigua apparent, & ſyderum nomine veniunt, prompte ac facile dimetiri licet. Argumentum igitur libri, Tuo Nomini Sereniſſimo dicati, pertinet ad Matheſin, quam TU, Sereniſſime Princeps, non tantum a prima ætate ſingulari amore proſecutus es, ſed & eos in hac ſcientia profectus feciſti, qui neminem non in admirationem rapiunt. Nec tamen ſola Matheſis eſt, cui ſedulam operam navaſti, cuique hoc ipſo præclarum decus adjunxiſti; etiam reliquus Diſciplinarum chorus jure gloriatur, quod Te Maximum Patronum Cultoremque inſignem habeat; imprimis illas ſcientias, quæ ſummas Principum perſonas decent, quibus regna provinciæque feliciter adminiſtrantur & gubernantur, quibus ſubditorum reique publicæ ſalus quæritur, conſervatur & ſtabilitur, pro ſingulari peneque divino, quo polles, ingenio mirandaque induſtria excoluiſti, ſatis gnarus, neminem plura & meliora ſcire debere, quam Principem. Quid dicam de animi virtutibus, ſingulari pietate, humanitate, comitateque, qua maje-

ſtatem

ſtatem temperas? Sed quo abripior! Decebat potius me meæ tenuitatis conſcium animi Tui dotes, clementiam ſingularem, manſvetudinem, eruditionem, tacita veneratione admirari. Habes enim alios me longe digniores immortalium laudum Tuarum præcones Viros eminentiſſimos ſummoque loco natos, quin & publica fama encomia Tua jam dudum per univerſam Europam diſſeminavit. Ardentiſſimo igitur deſiderio TUI Curonica terra, Patria Tua chariſſima, hactenus flagravit: mœſta hucusque fuit vidua, Principe ſuo ac Duce orbata, imo corpus exanime ſine capite; exagitata fuit variis adverſæ fortunæ ludibriis, diuturno vexata bello, illuvie aquarum vaſtata; quis omnes luctus cauſas recenſeat? Sed en! feliciſſimam, exoptatiſſimamque rerum cataſtrophen! Redit vita, Dominus, Princeps, harum ditionum hæres juxta ac gloriæ virtutisque Paternæ & Avitæ. Quo igitur gaudio, plauſu, jubilo TE, Princeps Inclyte, excipient fideliſſimi ſubditi! quantum jucunditatis aſpectus Tui Sereniſſimi vultus illis afferet! Omnia calamitatum nubila adventus Tuus diſſipabit. Afferes Patriæ Tuæ felicitatem, proſperitatem tranquillæque

pacis

paciſ otia deſideratiſſima, eris miſeris ſolatium; omnibus delicium. Ingredere igitur, Princeps Feliciſſime, limites Tuæ Patriæ, quo TE benigna fata vocant, fauſto omine, capiti Tuo ſacratiſſimo Ducale diadema impone, cape reipublicæ gubernacula. Cœptis adſpiret Omnipotentis Numinis favor, ſit fortunatum beatumque regimen: Vive ſanus, incolumis ad annos Neſtoreos, ut ſplendidiſſima Majorum Tuorum Gloria per TE adaugeatur, & ad ſeros uſque Nepotes propagetur.

TUÆ SERENITATIS

Datum ex Muſæo meo
Calendis Maji
M DCC X.

devotiſſimus cultor

THEODORUS BALTHASARIS.

PROOEMIUM.

Quam jucundum & amœnum Phyſices ſit ſtudium, hujus cultores ſatis teſtabuntur, adeo ut viri eruditi aliis occupationibus & laboribus defatigati in hujus ſcientiæ nobiliſſimæ vireta ſæpius divertant, & ſuaviſſimè in amplexibus ejus otientur & quieſcant.

Placeat autem licet Phyſica ſola, magis tamen placebit, ſi ſociam ſibi adſciſcat Matheſin. Non quidem olim tam frequens Phyſicæ cum Matheſi contubernium fuit, ſed haud levi utrinsque detrimento. Multa enim ſunt in phyſicis, quorum ratio nentiquam explicari poteſt, niſi in ſubſidium Matheſis veniat. Phyſica nuda & ſolitaria conſiderat & admiratur ſolertis naturæ opera & phænomena; ſed hæc notitia qualiscunque hoc modo acquiſita cupido veritatis animo non ſufficit. Plus ultra procedendum, & ad leges inviolabiles, quas Matheſis præſcribit, quasque natura ubique ſtudioſe obſervat, illa examinanda

nanda ſunt, applicandi ſunt numeri ac alii metiendi modi, ſi ſolidam & accuratam comparare nobis velimus ſcientiam. Sed ne longius evager, exempli loco adducam ea, quæ beneficio tuborum opticorum in cœlo detecta ſunt miracula. His innumerabilis ſtellarum, nulli unquam mortalium ante tot retro ſecula viſarum multitudo detecta, miranda ſtructura & figura ſiderum primum oculis patuit humanis, his, quæ immenſa fere diſtantia a nobis remota ſunt, intueri quaſi coram & quid in ipſis cœlis fiat, ſumma cum voluptate ſpectare licet, & quæ ſunt plura inde reſultantia commoda. Videre & contemplari talia non poteſt non animum ſciendi cupiditate flagrantem inſigni perfundere lætitia. Sed antequam modus innotuit determinandi ſitum, magnitudinem, figuram, diſtantiam & alia harum rerum, quæ tubis ſpectantur, paulo rudior & imperfecta fuit illa notitia. Uſus vero meliora docuit, dum videlicet ſolerti indagine Mathematicorum inventa ſunt inſtrumenta peculiaria applicanda tubis opticis, quibus hi ſummam fere perfectionem adepti ſunt. Quantum enim eſt diſcrimen, ſi quis nudo ſolummodo oculo Objectum aliquod intueatur, & ſi quis inſtrumentis mathematicis idem contempletur; eadem quoque eſt differentia inter obſervationem cœleſtium corporum vulgaribus tubis factam, & inter illam, quæ teleſcopiis, inſtrumentis iſtis menſoriis inſtructis peragitur. Inſtrumenta iſta nunc nobis vocantur Micrometra, voce nova ex Græco fonte derivatâ, cum eo tempore, quo eſſent recenter inventa, nomine peculiari carerent. Cui tamen primæ inventionis laus tribuenda, ambiguum eſt, pluribus tam egregium inventum ſibi vindicantibus.

Richard.

Richard. Towneley aſſerit, Mathematicum quendam Anglum Gaſcoigne dictum jam ante bella inteſtina Angliæ uſum tali inſtrumento ad menſurandas diamentros planetarum & diſtantias in terra, item ad inventionem diſtantiæ lunæ à terra & ſimilia. Vid. Act. Philoſoph. Societ. Anglic. edit. ab Oldenburg. pag. 367. Quicquid ſit, recens eſt inventum, quod induſtriæ Mathematicorum debetur, cujus ætas haud multum ſuperat dimidium unius ſæculi, quemadmodum ætas tuborum opticorum, quibus illa applicantur, haud multum ultra ſæculum excurrit. De his igitur Micrometris iſto libro pluribus agam, ac primo quidem fundamenta jaciam, deinde proponam varia Micrometrorum genera, una cum eorundem fabrica; porro oſtendam applicandi modum & uſum in teleſcopiis. Denique quomodo Micrometra etiam Microſcopiis (quod hactenus nondum factum eſt) dextrè & rite applicari poſſint, docebo & plura quæ huc ſpectant alia.

Caput I.
FUNDAMENTA JACIT.

PRincipio e re eſſe duco, præmittere pauca, quæ inſtar ſint fundamentorum, quibus ſuppoſitis ſequentia tanto firmiore compage ſuperſtruantur. Petenda hæc ſunt ex Opticis. Sed ab ovo non ordiar, partim eam ob cauſam, ne liber hic in majorem molem excreſcat, partim ne cum nauſea hic quoque legantur, quæ ubivis in Opticorum ſcriptis ſunt obvia. Tradam ergo ſaltim ea, quæ ſcopo meo ſunt neceſſaria, & quædam etiam in claſſe principiorum ponam, non quod proprie talia ſint, ſed ideo, quoniam ob ſatis alibi demonſtratam eorundem veritatem pro principiis haberi poſſunt.

DEFINITIO I.

Punctum radians eſt, quod radios luminoſos emittit rectâ ad quodcunque aliud punctum, ſive in quamcunque aliam partem, ubi nihil obſtat.

DEFINITIO II.

Axis lentis eſt linea recta tranſiens per medium lentis, ubi hæc craſſiſſima eſt, & extra lentem quoque per centrum ſphæ-

ſphæræ, cujus lens plano-convexa eſt ſegmentum, vel per bina centra ſphærarum, quarum ſegmentis lens utrinque convexa componitur.

DEFINITIO III.

Focus primarius eſt punctum, in quo radii luminoſi axi lentis parallele incidentes & in tranſitu per lentem refracti iterum coëunt & uniuntur.

SCHOLIUM.

Focus ideo dicitur punctum hoc, quoniam ſi lens convexa ſoli obvertatur & eo loco, ubi radii ſolares virtute vitri lenticularis in anguſtum ſpatium coguntur, materia combuſtilis vel fuſilis collocetur, hæc incendatur aut fundatur. Sed illa areola lucida quæ urit, ac focus vulgo appellatur, non eſt punctum, ſed ipſa imago ſolis: nec fieri poteſt, ut radii ſolis in unum punctum colligantur, quamcunque demum vitrum aut ſpeculum uſtorium habeat figuram, quoniam quidem ii radii, qui ex uno puncto ſolis prodeunt, pro parallelis, non vero qui ex diverſis procedunt, haberi poſſunt. Retinebimus tamen hanc appellationem, utpote a plerisque Mathematicis receptam, non in hac vulgari tantum, ſed & in illa ſuperiori, quando focus pro concurſu radiorum refractorum ſumitur.

DEFINITIO IV.

Punctum concurſus radiorum, ſeu focus ſecundarius eſt, in quo radii luminoſi

noſi ex puncto quodam radiante ante lentem egreſſi, & in lente refracti, poſt hanc iterum uniuntur.

SCHOLIUM.

Radii luminoſi ex uno puncto progredientes & in lentem illabentes, indeque propter refractionem, quam ſubeunt, in altero puncto concurrentes formant duos conos adverſos, baſin communem habentes lentem, qui coni etiam vocantur penicilli.

DEFINITIO V.

Linea conjungens punctum radians & punctum concurſus radiorum, ſeu axis conorum radioſorum eſt recta quædam ducta ex alterius coni apice in alterius adverſi apicem.

HYPOTHESIS I.

Radii luminoſi progrediuntur ſecundum lineas rectas.

HYPOTHESIS II.

Quando angulus Incidentiæ 20. gr. non ſuperat, in ingreſſu ex aëre in vitrum radius luminoſus verſus perpendiculum refringitur, & angulus refractionis (hoc eſt differentia inter angulum incidentiæ & refractum) eſt $\frac{1}{3}$ anguli incidentiæ: in egreſſu vero ex vitro in aërem, radius lumi-

luminoſus a perpendiculo refringitur, ita ut angulus refractionis ſit dimidium anguli incidentiæ quam proximè. Vel quod eodem recidit, in ingreſſu ex aêre in vitrum angulus refractus erit $\frac{2}{3}$ anguli incidentiæ; in egreſſu vero ex vitro in aêrem angulus refractus eſt $\frac{3}{2}$ anguli incidentiæ.

HYPOTHESIS III.

Punctum concurſus radiorum ſeu focus ſecundarius & punctum radians inter ſe poſſunt permutari, non mutatis refractionis legibus, ita, ut locum foci occupet punctum radians, & locum puncti radiantis occupet focus.

HYPOTHESIS IV.

Lens utrinque convexa æquivalet lenti plano-convexæ, cujus diameter convexitatis eſt ſubdupla illius.

PROPOSITIO I. THEOREMA.

Quando radius luminoſus obliquè in lentis plano-convexæ punctum aliquod, ubi minima ejus eſt craſſities, incidens refringitur, angulus refractionis *FBK* (Fig.I.) eſt dimidium anguli *BCG*, quem axis lentis conſtituit cum ſemidiametro

 du-

ductâ ex puncto incidentiæ ad centrum ſphæræ O, cujus lens eſt ſegmentum.

Plures dantur caſus. I. Quando (*Fig.I.*) radius luminoſus *AB* aliquantulum productus usque in *F* majorem conſtituit cum ſemidiametro *BC* angulum incidentiæ *FBC*, quam eſt angulus *EBC* = angulo *BCD*, cujus ſemiſſis eſt angulus *BCA*, quem conſtituit ſemidiameter *BC* cum axi lentis *CG*. Angulus hic æquatur angulo *BGC per I. 5. Eucl.* & angulo *CBH*, ob parallelas *AC*, *BH* per *I. 29. Eucl.* nec non angulo *EBH*, quoniam recta *BH* angulum *EBC* bifariam ſecat, quemadmodum etiam *AC* angulum *BCD* bifariam ſecat. Singulos ergo vocabimus *a*. Angulus autem *ABG* = *FBE* per *I. 15. Eucl.* nominetur *b*, erit jam angulus incidentiæ *FBC* = $b + 2a$. Radius ergo luminoſus illapſus in punctum B, ubi minima eſt craſſities lentis, refrangatur primo ad perpendiculum *BC*, ita ut angulus refractus *IBC* ſit $\frac{2}{3}$ anguli incidentiæ *FBC*, per *hypotheſin noſtram 2.* hoc eſt = $\frac{2b + 4a}{3}$. Sed in eodem puncto *B* radius egrediendo e vitro in aërem refrangatur a perpendiculo *BH*, ita ut angulus refractus *KBH* ſit $\frac{3}{2}$ anguli incidentiæ *IBH*. Ab angulo *IBC* = $\frac{2b + 4a}{3}$ ſubducatur angulus *HBC*, = *a*, reſtat angulus incidentiæ *IBH* = $\frac{2b + a}{3}$, cujus ſumantur $\frac{3}{2}$, ut habeatur angulus ſecundo refractus

KBH

K B H $= b \mp \frac{a}{3}$, qui ſi ſubducatur ab angulo F B H $= b \mp a$, relinquit angulum refractionis F B K $= \frac{1}{2} a$ Q. E. D.

II. Si radius luminoſus (Fig. I.) ſemidiametro G B coincidat, erit angulus incidentiæ $= 2a$, & angulus primo refractus $\frac{4a}{3}$, a quo, ſi ſubductus angulus H B C, $= a$ fuerit, remanet $\frac{a}{3}$, cujus ſumantur $\frac{3}{2}$, ac pro angulo ſecundò refracto, nec non angulo refractionis $\frac{1}{2} a$ prodibit.

III. Sit reliquis ut ante manentibus (Fig. II.) radius luminoſus A B, productus usque in F, angulus A B G, $=$ E B F dicatur b & angulus E B C $= 2a$, ut ante, erit angulus incidentiæ F B C $= 2a - b$, cujus ſumantur $\frac{2}{3}$ pro angulo primum refracto, *juxta hypotheſin noſtram* 2. I B C $= \frac{4a - 2b}{3}$, a quo ſubducatur angulus H B C $= a$, reſtabit angulus I B H $= \frac{a - 2b}{3}$, cujus ſumantur $\frac{3}{2}$ pro angulo ſecundum refracto K B H $= \frac{a}{2} - b$, qui ſi ſubducatur ab angulo F B H $= a - b$, remanet angulus refractionis F B K $= \frac{a}{2}$, Q. E. D.

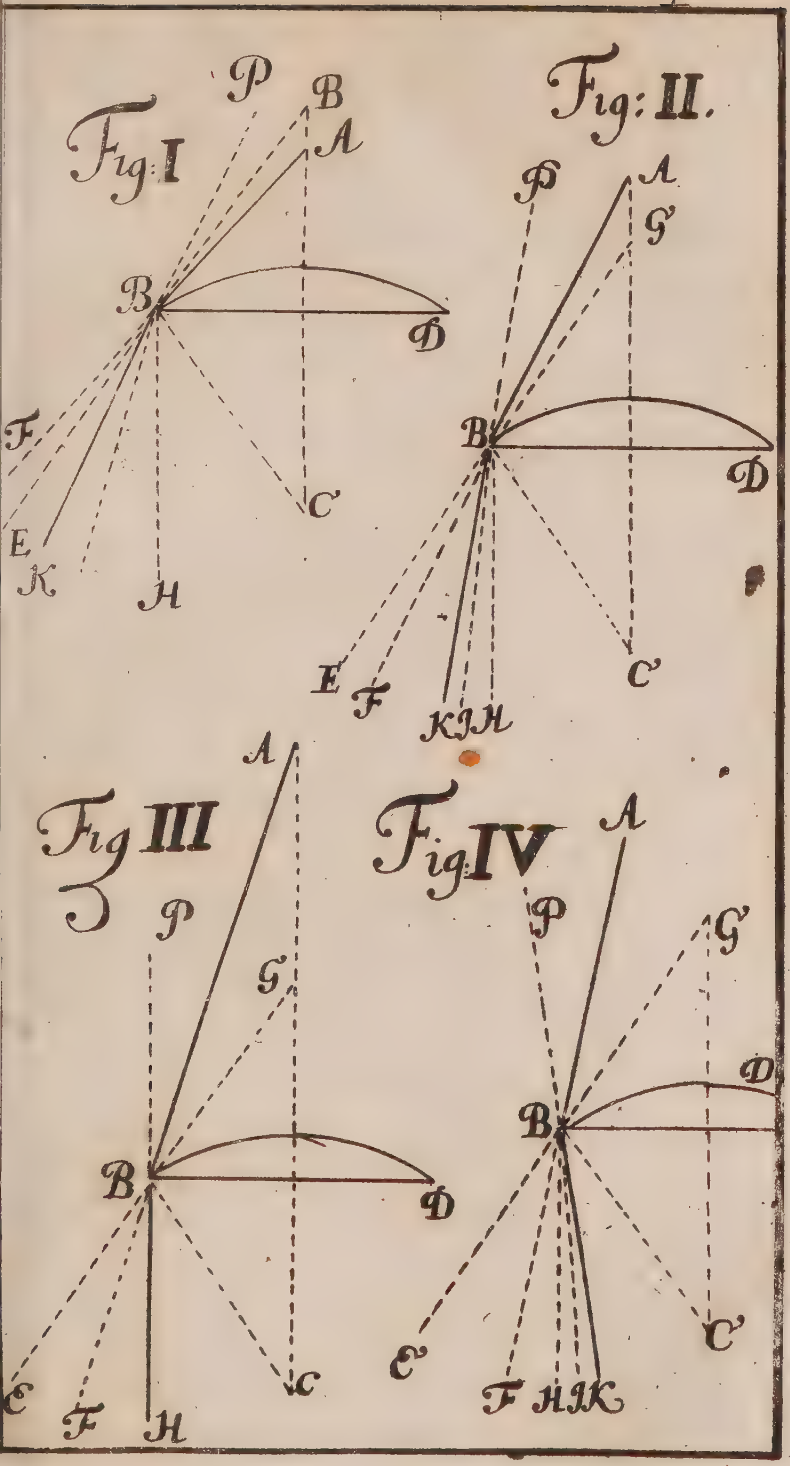
IV. Si deinde creſcat angulus A B G (Fig. III.) ita ut A G $=$ B G & anguli B A G, A B G ſint æquales, erit uterque dimidium anguli B G C vel B C G, per *I. 32. Eucl.*

ideoque ſi angulus B G C dicatur a, angulus A B G vel E B F erit $\frac{1}{2}a$ = F B H. Ergo angulus incidentiæ F B C erit $\frac{3a}{2}$, cujus ſi per *hypotheſin 2. noſtram* ſumantur $\frac{2}{3}$ prodit pro angulo primum refracto H B C = a, quo ſignificatur, radium luminoſum hoc in caſu incidere in ipſam lineam B H, quæ perpendicularis eſt ad B D, ideoque nullam amplius refractionem pati, ſed progredi axi A C parallelum. Eſt ergo & hic angulus refractionis F B H = $\frac{a}{2}$. Q. E. D.

V. Sit radius luminoſus *A B* (Fig. IV.) ita incidens, ut angulus *A B G* = b ſit major quam $\frac{a}{2}$, erit angulus incidentiæ *F B C* = $2a - b$, cujus ſumantur $\frac{2}{3}$, hoc eſt $\frac{4a - 2b}{3}$ pro angulo primùm refracto *I B C*, qui ſi ſubducatur ab angulo *H* B *C* = a, remanet angulus *H B I* = $\frac{2b - a}{3}$, cujus ſumantur $\frac{3}{2}$, hoc eſt $b - \frac{a}{2}$ pro angulo ſecundum refracto *H B K*, qui additus angulo *F B H* = $a - b$, conſtituit angulum refractionis *F B K* = $\frac{a}{2}$, Q. E. D.

VI. Denique ſupponamus lucem contrario motu procurrere, ut (Fig. I. II. III. IV.) ex radio refracto *K B* fiat incidens; hic in *B* refractus iisdem conditionibus procedet juxta lineam *B A*, quæ ante deſignabat radium incidentem. Producatur jam *K B* verſus *P*, & angulus *A B P* denotans angulum refractionis

erit


Fig: I
Fig: II.
Fig III
Fig: IV
P
B
A
G
D
C
E
F
K
H
I

erit æqualis angulo *F B K*, qui ante angulum refractionis notabat, per *I. 15. Eucl.* erit ergo & *A B P* æqualis $\frac{a}{2}$ per *I. Axiom. I. Eucl.* Q.E.D.

COROLLARIUM.

Inde manifeſtum eſt, angulum refractionis eſſe ſemper $= \frac{1}{2}a$, quemcunque poſitum habeat radius incidens ad axem lentis.

PROPOSITIO II. THEOREMA.

Radii luminoſi inter ſe paralleli in lentem plano-convexam incidentes & inibi refracti, in ſuperficie ſphæræ, cujus lens eſt ſegmentum, uniuntur & concurrunt, ac angulus, quem radii in puncto concurſus formant, eſt æqualis duplo anguli refractionis, ſeu $= a$.

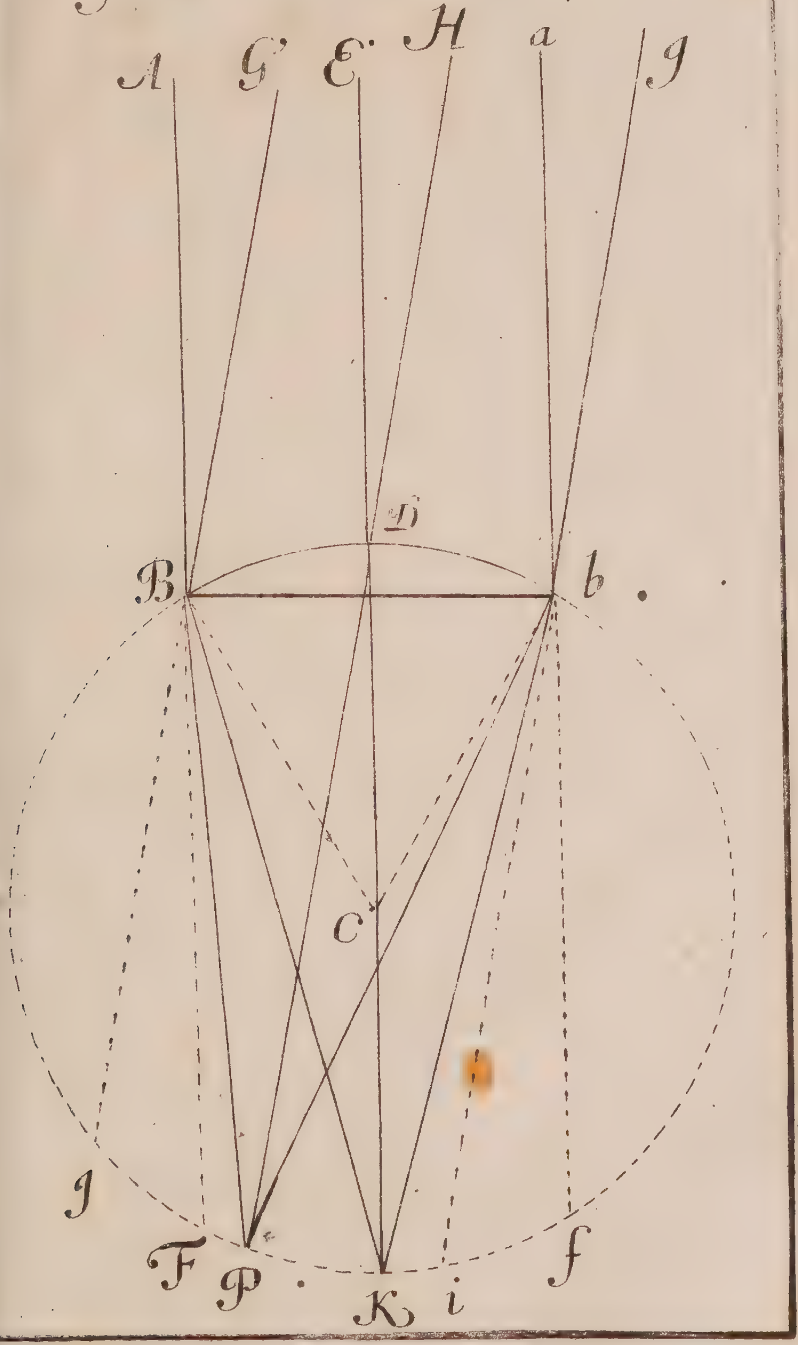
I. Sit (in Fig. V.) *B D b* lens plano-convexa, in quam incidant radii luminoſi *A B*, *a b*, axi lentis *E D C K* paralleli, ac primo quidem centro *C* ſphæræ, cujus lens eſt ſegmentum ac ſemidiametro *C B* deſcribatur circulus *B D b f K F*. Refringatur jam radius *A B* in puncto *B* ita, ut per *Propoſitionem noſtram I.* angulus refractionis *F B K* ſit dimidium anguli *B C D*: eodem modo refringatur radius *a b*, ut quoque angulus refractionis *f b K* ſit dimidium anguli *b C D* $=$ *B C D*. Erit ergo uterque angulus refractionis *F B K*, *f b K* $= \frac{1}{2}a$ per *proxime præcedentem I.* Quoniam vero radii incidentes producti *B F*, *b f* ad lineam *B b*,

ſub-

ſubtenſam lentis ſunt perpendiculares, ideo anguli FBb & fbB erunt recti, quorum utrumque vocabimus r. Erit igitur angulus KBb, nec non angulus $KbB = r - \frac{1}{2}a$, & eorum ſumma $2r - a$, qua ſubtracta a duobus rectis ſeu $2r$, per *I. 32. Eucl.* remanet in triangulo æquilatero BKb angulus B$Kb = a$, quem formant radii refracti & convergentes BK & bK: hic ergo angulus BKb $= a$ eſt manifeſtè duplum anguli refractionis $\frac{1}{2}a$, ac inſuper dimidium anguli ad centrum BCb: quoniam vero utrique angulorum communis eſt baſis, portio nempe peripheriæ Bb, idcirco punctum K concurſus radiorum refractorum cadet in peripheriam circuli BbfB, per *III. 20. Eucl.* & conſequenter in ſuperficiem ſphæræ, cujus ſemidiameter eſt CB. Q. E. D.

II. Sint alii radii inter ſe paralleli GB, gb, obliquè in lentem incidentes, qui producti formabunt cum ſubtenſa lentis Bb duos angulos, alterum obtuſum IBb, quem vocabimus $r + b$; alterum acutum ibB, $= r - b$: refringatur jam uterque radius, ut per *proximè præcedentem Propoſ.* angulus refractionis IBP, & ibP æquetur angulo $\frac{BCD}{2} = \frac{1}{2}a$. Quamobrem angulus bBP erit $= r + b - \frac{1}{2}a$, & angulus PbB$= r - b - \frac{1}{2}a$, ac eorum ſumma $2r - a$, ut ante, quâ ſubtractâ ex duobus rectis ſeu $2r$, remanet $a =$ angulo BPb, unde & hic duplum eſt anguli refractionis $= \frac{1}{2}a$, & dimidium anguli ad centrum BCb, hinc

Fig: V



hine etiam punctum concurſus radiorum *P* cadet in eandem peripheriam & ſuperficiem ſphæræ, cujus ſemidiameter eſt *C* B. Q.E.D.

COROLLARIUM.

Quando radii & inter ſe & axi lentis plano-convexæ ſunt paralleli, diſtantia concurſus radiorum, ſeu focus primarius eſt diameter *DC* ſphæræ, cujus lens eſt ſegmentum. Sed quando radii paralleli quidem inter ſe, ad axem lentis autem inclinati exiſtunt, diſtantia concurſus radiorum eſt paulo minor nempe chorda aliqua, hoc caſu *DP*. Verùm quo minor eſt inclinatio, & quo major eſt diameter ſphæræ, cujus lens eſt ſegmentum, eo minus ſenſibilis eſt differentia inter diſtantias punctorum concurſuum.

SCHOLIUM.

Radii luminoſi ex uno quodam puncto longè diſtante emanantes & in lentem incidentes, poſſunt haberi pro parallelis: licet enim revera angulum quendam conſtituant, is tamen adeo exiguus erit, ut ſine errore notabili negligi queat. E. g. ſi ſupponamus peripheriam globi terreſtris eſſe 1 2 3 2 4 9 6 0 0 pedum Pariſienſium, uni pedi tali in ſuperficie terræ reſpondebunt circiter 37 quart. Ideoque ſi punctum aliquod diſtans tantum, quantum centrum terræ diſtat à ſuperficie ejus, radios luminoſos emittat in lentem, cujus aperturæ diameter adæquet unum pedem, radii in extremitates hujus diametri incidentes conſtituent angulum 37 quart. ferè, qui angulus adeo parvus

eſt,

eſt, ut attendi non mereatur. Qui ergo radii lumi-noſi ex objecti multo magis diſtantis e.g. ſideris alicu-jus puncto quodam profecti in lentem incidunt, mul-toties minores angulos conſtituent, ac proinde pro pa-rallelis lineis haberi poſſunt.

PROPOSITIO III. THEOREMA.

Radii luminoſi, qui egrediuntur ex uno puncto radiante, cujus diſtantia a lente plano-convexâ major eſt, quam diameter ſphæræ, cujus lens ſegmentum eſt, poſtquam in lente refracti fuerint, ite-rum in puncto quodam uniuntur, ac an-gulus, quem radii refracti in puncto con-curſus conſtituunt, eſt æqualis differen-tiæ anguli B C D (Fig. VI.) vel dupli an-guli refracti & illius anguli, quem radii e-grediendo e puncto radiante conſtituunt.

I. Sit datum aliquod punctum radians *A* in axe lentis, dimittens a ſe radios luminoſos *A* B, *A b*, qui per *Propoſitionem I.* ita refringan-tur, ut anguli refractionum *F* B *K*, *f b K* ſint $=$ B *C D* vel *b C D* $= \frac{1}{2}a$. Sit quivis rectus $= r$, & angulus B *A D* $=$ *b A D* $= q$, erit angulus *F* B *b* $=$ *f b* B $= r + q$, a quo ſi ſubducatur angulus *F* B *K* vel *f b K* $= \frac{1}{2}a$, remanet angu-lus *K* B *b* & *K b* B $= r + q - \frac{1}{2}a$, quorum ſum-ma $2r + 2q - a$, ſi ſubtrahatur ex $2r$, in trian-gulo B *K b* remanet $a - 2q$ pro angulo tertio B *Kb*, quem formant radii refracti B*K*, *bk*,

con-

concurrentes in puncto K, atque ſic angulus BKb = angulo $BCD - BAb$. Q.E.D.

II. Sit aliud punctum radians extra lentis axem 𝔄, ex quo in lentem progrediantur radii 𝔄B, 𝔄b, angulum conſtituentes B𝔄b = $BAb = 2q$. Semidifferentia angulorum 𝔉Bb & fbB ſit $= d$, erit ergo angulus 𝔉Bb $= r + q - d$, & angulus fbB $= r + q + d$, a quorum utroque ſi ſubducatur angulus refractionis 𝔉B𝔎, vel fb𝔎 $= \frac{1}{2}a$, remanent 𝔎Bb $= r + q - d - \frac{1}{2}a$, & 𝔎$b$B $= r + q + d - \frac{1}{2}a$, quorum ſumma $2r + 2q - a$, ſi ſubtrahatur ex $2r$, remanet $a - 2q$, ut ante, pro angulo B𝔎b, quem radii refracti B𝔎, b𝔎, concurrendo in 𝔎 formant. Q.E.D.

COROLLARIUM I.

Si angulus B𝔄b æquatur angulo BAb, angulus quoque BKb æquatur angulo B𝔎b.

COROLLARIUM II.

Cum in triangulo BKb vel B𝔎b, dentur omnes anguli, & inſuper Latus Bb ſubtenſa lentis, calculo trigonometrico inveniri poterunt etiam latera BK, bk, vel B𝔎, b𝔎, ſeu diſtantia concurſus radiorum vel foci ſecundarii a lente. Hæc diſtantia etiam aliter poteſt inveniri, ſi fiat: ut Differentia diſtantiæ puncti radiantis & diametri ſphæræ, cujus lens plano-convexa eſt ſegmentum, ad diſtantiam puncti radiantis: ſic eſt illa diameter ad diſtantiam concurſus radiorum vel foci ſecundarii.

CON-

CONSECTARIUM.

Si angulus $2q$ ſit $= \frac{1}{2}a$, erunt & anguli B *Ab* vel B 𝔄*b*, & B K *b*, vel B 𝔎*b* & inter ſe & $\frac{1}{2}a$ æquales, ac quadrilatera radiis luminoſis deſcripta *A B K b*, 𝔄 B 𝔎 *b* erunt parallelogrammata.

SCHOLIUM I.

Hac ipsâ Propoſitione uti & proximè præcedente explicatur inſignis illa proprietas vitrorum convexorum, quæ in eo conſiſtit, quod radii luminoſi, qui progrediuntur ex eodem puncto Objecti alicujus vel lucidi vel illuminati, in lente vitrea ita refringantur, ut poſtmodum iterum in uno puncto uniantur, quod punctum tanto propius eſt lenti, quanto remotius eſt punctum radians: atque hoc verum eſt non tantum de punctis radiantibus in axe lentis ſitis, ſed & de aliis ad quævis latera. Quot igitur in Objecto aliquo ſunt puncta radiantia, totidem iisdem reſpondebunt alia puncta per radiorum (non tantum extremorum, quos ſolos nos in computo noſtro adhibuimus, ſed & intermediorum) refractorum concurſus efformata, ac per conſequens repræſentabitur imago Objecti nativis coloribus decorata, ſed inverſa, ut per figuras noſtras ipſas patet. Ex hoc igitur fundamento conſtrui debent cameræ obſcuræ, laternæ magicæ, tubi optici, microſcopia & ſimilia inſtrumenta optica.

SCHOLIUM II.

Quæ hac & proximè antecedenti Propoſitione de lente plano-convexa demonſtrata ſunt, eadem quoque

ad

ad lentem utrinque convexam applicari poſſunt per hypotheſin noſtram. 4. Si ergo lens utrinque convexa fuerit, quoad Propoſ. 2. (Fig. V.) radii inte ſe paralleli concurrent in ſuperficie ſphæræ, cujus diameter ſit = ſemidiametro illius ſphæræ, cujus ſegmentis lens componitur, & angulus, quem radii concurrendo formant erit = 2a = BCD. *Quoad 3. Propoſ. (Fig. VI.) ang. quem radii ex uno puncto egreſſi poſt factam refractionem conſtituunt erit* = 2a — 2q.

PROPOSITIO IV. THEOREMA.

Si radii luminoſi provenientes ex Objecto quodam multum diſtante, in lentem convexam incidendo duos conos radioſos adverſos forment, horum axes, ſeu lineæ rectæ a punctis radiantibus ad correſpondentia puncta concurſuum ductæ omnes interſecabunt axem lentis in vertice hujus; ſi autem minor ſit diſtantia Objecti, axes conorum radioſorum interſecabunt axem lentis non quidem in vertice, ſed paulo infra, ſemper tamen intra lentem.

Pro priori parte demonſtranda ſint (Fig. V.) duo radii ex eodem puncto multum diſtante emanantes, *G B*, *g b* qui proinde pro parallelis haberi poſſunt, hi ergo radii in lente plano-convexa *B D b* refracti iterum concurrent in puncto *P*, quod eſt in peripheria circuli *B D b K P per Propoſitionem 2. noſtram.* Ducatur jam per punctum concurſus radiorum *P*, radiis incidentibus *B G*, *b g*, parallela *P H*, quæ

notabit lineam ex puncto radiante ad punctum concurſus ductam. Oſtendendum eſt, hanc rectam *PH* tranſire per punctum *D*, verticem lentis. Prolongentur radii incidentes *GB*, *gb* uſque in *I* & *i*; angulus *IBP* = angulo alterno *BPH*, & angulus *ibP* æquatur angulo *bpH*. At vero anguli *IBP* & *ibP* inter ſe & $\frac{1}{2}a$, hoc eſt angulo $\frac{BCD}{2}$ vel $\frac{bCD}{2}$ ſunt æquales, ergo quoque anguli *BPH* & *bPH* inter ſe æquales erunt, & uterque æquabitur $\frac{1}{2}a$ vel $\frac{BCD}{2}$, aut $\frac{bCD}{2}$. Quoniam vero apex eorum communis *P* eſt in Peripheria circuli *BDbKP*, reſecabunt quoque æquales peripherias *per III. 26. Eucl.* & conſequenter recta *PH* interſecabit axem lentis in vertice hujus *D*, quemadmodum quoque punctum *D* biſecat arcum *Bb*, Q. E. D.

Secundo ſit (Fig. VII.) $BAb = B\mathfrak{A}b = \frac{1}{2}a = FBK$, erunt quoque anguli *BKb*, $B\mathfrak{K}b = \frac{1}{2}a = FBK$, & quadrilatera *ABKb*, $\mathfrak{A}B\mathfrak{K}b$ erunt parallelogrammata, & æqui angula inter ſe, *per Conſectarium Propoſit. 3. noſtræ.* Lineæ ergo rectæ *AK*, $\mathfrak{A}\mathfrak{K}$ ex punctis radiantibus ad puncta concurſuum ducte, erunt diagonales parallelogrammatum longiores; brevior vero diagonalis *Bb*, ſubtenſa lentis *BDbO*, utrique parallelogrammati communis eſt; jam cum diagonales parallelogrammatum ſeſe interſecando biſariam ſecent (quæ eſt nota parallelogrammatum proprietas) in parallelogrammate *ABKb*, diagonalis *AK* alteram

diago-

diagonalem *Bb* biſariam ſecabit in *O*, & alterius parallelogrammatis 𝔄*B*𝔎*b* diagonalis 𝔄𝔎 biſariam ſecabit communem diagonalem *Bb* in *O*. Ergo quoque diagonales *AK*, 𝔄𝔎 ſe interſecabunt in puncto *O*. Sed per ea, quæ paulo ante demonſtrata ſunt, ſi radii ex puncto longè diſtante in lentem incidentes refringantur, rectæ conjungentes puncta radiantia & concurſuum ſe interſecabunt in *D*, vertice lentis. Sunt ergo puncta *D* & *O* limites, intra quos lineæ ex punctis radiantibus ad puncta concurſuum ductæ, ſeu axes conorum radioſorum ſe interſecant. In caſibus ergo intermediis, quando angulus *B*𝔄*b* minor eſt, quam $\frac{1}{2}a$, axes conorum radioſorum interſecabunt axem lentis in puncto quodam intermedio inter *D* & *O*, Q. E. D.

SCHOLIUM.

Eſt hoc palmarium Theorema Micrometriæ noſtræ, cui ceu fundamento omnia ſequentia innituntur. Quando enim cæleſtia corpora contemplamur tubis, quorum dimenſioni primariò deſtinata eſt noſtra Micrometria, omnium conorum radioſorum axes in uno puncto, vertice nempe lentis ſeſe interſecant, ac proinde hoc punctum idem eſt ac centrum alicujus Aſtrolabii aut Quadrantis, locus vero imaginis eſt inſtar limbi, qui diviſus eſt in gradus & minuta graduum. Ac quamvis punctum, in quo interſecant ſe axes conorum radioſorum, paulo infra verticem lentis cadat, quando haud adeo multum diſtat Objectum a lente; intervallum tamen hoc ſine errore notabili negligi poteſt, quoniam primo non ſo-

 lemus

lemus metiri teleſcopiis Objecta tam propinqua, ut angulus BAb *ſit* $= \frac{1}{2}$a, *deinde quoniam lentibus Objectivis exigua datur ſaltem apertura, ut lineola* OD, *ſeu ſinus verſus arcus* BD *aut* Db *vix* $\frac{1}{100}$ *unius pollicis æquetur. Quamobrem in praxi punctum* D, *ſeu verticem lentis pro puncto, in quo axes conorum luminoſorum ſe interſecant, ſeu rectarum conjungentium puncta radiantia & concurſuum, teleſcopiis metiendi ſine ceu quadrantibus Geometricis utendo, ubivis aſſumere licebit, quod ipſum experimentis ſæpius iteratis mihi comprobatum eſt. In conclavi enim, huic ſcopo apto, aſſerem politum ita collocavi, ut Objectorum e regione poſitorum angulos, ſub quibus apparebant, ope regulæ dioptris ſuis inſtructæ metiri & in aſſere deſignare liceret. Deinde clauſis feneſtrarum valvis, foramini, quod in quadam valva excavatum erat, lentem vitream teleſcopio alioquin inſervientem adaptavi, notavi porro diligenter diſtantiam lentis & plani albi, in quo imago rerum externarum pingebatur, dimenſus quoque ſum ipſas imagines rerum externarum in plano albo repræſentatas, poſtea diſtantiam lentis & imaginis in aliud planum tranſtuli, ex cujus altero extremo perpendiculariter utrinque erexi rectam æqualem dimidio diſtantiæ punctorum in imagine notatorum & reſpondentium illis punctis, ad quæ ante per dioptras collineaveram; denique ab extremitatibus harum ad alterum extremum rectæ æqualis diſtantiæ lentis & imaginis duxi duas rectas, ac inſtituta comparatione angulum his modo ductis lineis comprehenſum ſemper æqualem deprehendi angulo quem antea in aſſere deſignaveram, ut proinde veritas noſtræ Propoſitionis ſatis experientia ipſa confirmetur.*

Caput. II.

DE TELESCOPIIS, QUIBUS MICROMETRA APPLICARI POSSUNT.

§. 1.

QUandoquidem Micrometrorum nullus eſt uſus, niſi teleſcopiis ſive tubis opticis applicentur, neceſſe eſt, ut paucis hic quoque de teleſcopiis agam, ac primo quidem declarem, quænam micrometris recipiendis ſint aptiora. Sunt tubi ratione ſtructuræ varii. Alii enim erigunt Objecta viſibilia, atque ita ſiſtunt ſpectanda, uti nudis oculis apparent, uti ſunt tubi binis inſtructi vitris, altero Objectivo plano-convexo vel utrinque convexo, altero oculari concavo-plano vel utrinque concavo. Huc pertinent etiam tubi tribus compoſiti vitris convexis, nec non illi, qui quatuor habent.

§ 2. Sunt deinceps alii tubi, qui invertunt Objecta, uti ſunt teleſcopia duorum vitrorum convexorum, quæ ob haud paucas rationes hic aliis anteferenda cenſeo. Primo enim Objecta multo clariora & illuſtriora (cæteris paribus) ſiſtunt, quam tubi trium vel quatuor vitrorum, qui ob multitudinem lentium non poſſunt non videnda obſcuriora ſiſtere oculo. Namque ſingulæ lentes partem radiorum retrorſum reflectunt, li-

cet vitra ſint ſplendidiſſima & præſtantiſſima. Hac de re qui dubitat, vitrum planum ſaltem in conclavi ſolis radiis per feneſtram intrantibus obvertat parum inclinatum, ut radii repercuſſi in parietem reflectantur, obſervabit is, copioſiores radios reflecti, quam fortaſſe crediſſet, notabitque inſuper, a vitro licet egregiè pellucido & nitido umbram ſatis ſenſibilem in pavimenrum projici, quæ omnino abeſſe deberet, ſi omnes radii illapſi vitrum tranſiiſſent; eſt enim umbra nihil aliud quam defectus luminis.

§. 3 Proinde nobis licet concludere, quo pauciora vitra, eo clariora & illuſtriora per tubos Objecta apparitura fore. Gaudent quidem hoc privilegio etiam teleſcopia, quorum primo mentionem fecimus, quorum ſc. vitrum Objectivum eſt convexum, oculare autem concavum: veruntamen exiguum angulum comprehendunt, & pauca Objecta, vel paucas Objectorum uno obtutu videndorum partes oculo offerunt, nec eam longitudinem, quæ hodie deſideratur, admittunt, nec omnia Micrometrorum genera his accommodari poſſunt. Sed nihil horum deeſt tubo duorum vitrorum convexorum. Structura enim hujus tubi optici eſt ſimpliciſſima, ſiſtit Objecta clarè non ſolum, ſed & diſtinctè videnda, largum comprehendit angulum, plurium Objectorum ſimul ſpecies tranſmittit in oculum, poteſt tanta longitudine parari, quantacunque placuerit, ac quod maximi

maximi æſtimo, omnis generis Micrometra ei adhiberi poſſunt.

§. 4 Unicum hoc forſitan quis poſſet reprehendere, quod hujusmodi teleſcopia Objecta omnia inverſa ſpectantibus ſiſtant. Veruntamen hæc objectio tanti non eſt. Perinde enim eſt contemplanti aliquod ſidus, ſive illud erectum, ſive inverſum intueatur, quod haud negabunt, qui crebro utuntur ejusmodi tubis; imo ſi revera hic eſſet incommodum quoddam, conſuetudo tamen, & frequentior tractatio tuborum talium, id non minuet ſolum, ſed & tandem omnino tollet.

§. 5. Cum igitur teleſcopium duorum vitrorum convexorum recipiendis Micrometris aptiſſimum judicetur, non alienum erit paucis oſtendere, quæ ſtructura & quis effectus ejus ſit.

§. 6. Vitra convexa, ut diximus, requiruntur duo, quorum utrumque communiter convexitatis eſt ſphæricæ. Quidam lentes hyperbolicas & ellipticas ſphæricis præferunt, ſed lentes tales paratu ſunt difficillimæ, licet machinæ hunc in finem excogitatæ ſint ingenioſiſſimæ; deinde nondum demonſtratum eſt, hujusmodi lentes præſtare ſphæricis. Nam utut lentes ſecundum ſectiones iſtas conicas exactiſſimè parari poſſe concedamus, hæ tamen ſolummodo radios axi lentis parallele incidentes ita refringendo inflectent, ut in uno puncto ſeu foco concurrant; ſed ſi lens inſervire debeat teleſcopio, requiritur, ut non tan-

tum radii axi lentis paralleli, ſed & ex aliis punctis provenientes ejus virtute refracti poſt lentem debito modo uniantur, quod an melius præſtent lentes hyperbolicæ vel ellipticæ, quam ſphæricæ, mihi valde dubium eſt. Retinemus ergo lentes in ſphæricis modulis elaboratas & expolitas, utpote paratu faciliores & uſu comprobatas.

§. 7. Conſpicilla iſta non æqualium ſphærarum ſegmenta ſint, ſed illud quod Objectis videndis objicitur ſit ſegmentum ſphæræ majoris, quod autem oculo admovetur debet eſſe ſphæræ multo minoris. Non tamen multum refert, an vitra utrinque convexa an plano-convexa ſint, modo nitida, accurate formata & expolita ſint.

§. 8. Oblato igitur vitro Objectivo bono, in quo cardo totius rei verſatur, ad manus ſint plura ocularia majoris minorisque convexitatis, quibuscum intrandum conclave undiquaque exacte obſcuratum, omnibus rimis & foraminibus obſtructis præterquam unico, per quod proſpectus ad objecta quædam diſſita, v. g. arbores, pagos, turres &c. pateat, cui foramini lens Objectiva immittenda eſt; lens deinde aliqua ocularis oculo admovenda eſt, ac a lente Objectiva eo usque recedendum vel accedendum (mutatis etiam ocularibus, ſi earum copia detur) donec objecta externa remotiora clariſſime & diſtinctiſſime per utrumque vitrum appareant. Quod quando obtinetur diſtantia cùm vitrorum inter

ter ſe, tum ocularis ab oculo notanda & ad menſuras inventas tubus vel ligneus vel ferreis laminis compactus parandus, cui concinne vitra ſunt imponenda.

§. 9. Tubo includenda vitra ſuaſi, haud ignarus lentes etiam nudas ſine tubis nocturno tempore præſtare uſum teleſcopii, quando videlicet focus lentis objectivæ 100. vel plures pedes diſtat, pro qualibus vitris vix tubi fabrefieri poſſunt. Quando tamen per foci diſtantiam licet, tubi omittendi non ſunt, ut radii peregrini in lentem ocularem alioquin illapſuri excludantur & certa quædam inter utramque lentem ſervari queat diſtantia, quod apprimè obſervandum, quando Micrometra adhibere mens eſt.

§. 10. Effectus conſpicillorum ita combinatorum is eſt: Radii luminoſi, qui emergunt ex objectorum per teleſcopia videndorum ſingulis punctis, in lentem objectivam incidunt & inibi ita refringuntur, ut poſt lentem omnes radii, qui ex uno puncto provenerunt, iterum in uno puncto coëant, atque ſic totidem puncta concurſuum formentur, quot in Objecto ſunt puncta radiantia, hoc eſt fere infinita, & imago Objecti delineetur, uti per *Scholium Propoſit. III. Cap. I.* patet, quæ imago oculis uſurpari poteſt, ſi charta tenera vel vitrum planum, cujus politura arena ſubtili in alterutra facie detrita ſit, eo loco, ubi imago pingitur, collocetur, tubi rimis omnibus obturatis. Quoniam præterea rectæ omnes

quæ ex punctis concurſuum in imagine, ad correſpondentia puncta radiantia Objecti ducuntur, in uno puncto, vertice nimirum lentis, vel quàm proxime illum ſeſe interſecant per *Propoſit. IV. & ejus Scholium Cap. I.* idcirco ſingula imaginis lineamenta non tantum proportionalia ſunt lineamentis correſpondentibus Objecti prototypi; ſed etiam ſunt, ut eorum diſtantiæ a vertice lentis. Exempli gratia (Fig. VIII.) ubi *A D E F B* eſt objectum radians, *C* vertex lentis, ubi axes conorum radioſorum ſe interſecant, *b f e d a* imago, licebit inferre propter triangulorum *ACD, aCd; DCE, dCe; ECF, eCf; FCB fCb &c.* ſimilitudinem (1) ſicut eſt *A D*, ad *D E*: ſic *a d* ad *d e*; vel ut *D F* ad *E B*: ſic *d f* ad *e b.* (2) ut *C E* ad *E F*, ſic *C e* ad *e f*, vel ut *C F* ad *F B*; ſic *C f* ad *f b.* & ſic porro.

§. 11. Quamobrem datâ diſtantiâ Objecti, nec non hujus magnitudine, inveniri poteſt magnitudo imaginis, ſi fiat; Ut diſtantia Objecti a vertice lentis ad magnitudinem illius veram; ſic diſtantia foci ſeu imaginis ad magnitudinem imaginis.

§. 12. Eadem igitur imago pingeretur, ſi radii luminoſi non refracti, ſed directi per punctum quoddam tantum diſtans a charta illa candida, in qua imago virtute lentis convexæ depicta eſt, quantum objectivum vitrum ab eadem remotum eſt, illaberentur.

§. 12.

Fig: VI

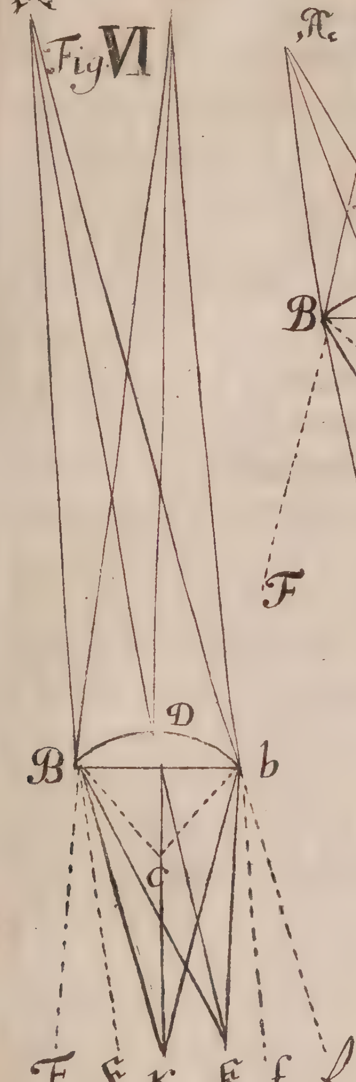


Fig: VII

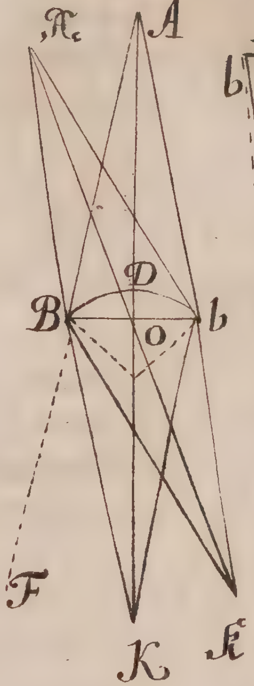


Fig: IV

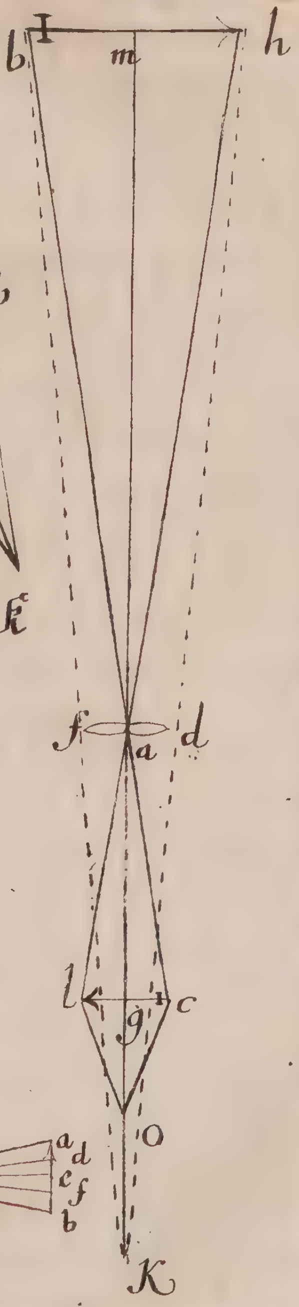




Fig: VIII

§. 13. Manifeſtum porro evadit, ſi (Fig. IX.) *bmb* Objectum, *fad* lentem objectivam, *lgc* imaginem, *bac*, *mag*, *bal* axes conorum radioſorum deſignent, ac capiatur diſtantia lentis & imaginis *ag*, eaque antrorſum uſque in *k* transferatur, ductis inſuper rectis *lk* & *ck*, angulum *lkc* æqualem fore angulo *lac*, quoniam triangula *lac* & *lkc* ſunt æqualia & ſimilia, nec non angulo *bab*, quoniam ſunt anguli per crucem oppoſiti; ac denique ſi paulo major fuerit diſtantia Objecti & lentis *am*, ut videlicet diſtantia *ak* iſtius reſpectu poſſit negligi ac nihilo æquiparari, angulum quoque *bkb* ad ſenſum æquari angulo *lkc*. Hinc oculus in *k* poſitus imaginem *lgc* & Objectum *bmb* ſub æqualibus angulis videbit, & ſic imago *lgc* nec aucta nec imminuta ſed æqualis Objecto *bmb* apparebit. Verum ſi diſtantia quæcunque minor, quam *gk* ſumatur v.g. *go*, tunc angulus *loc* ſemper erit major quam *lac* vel *bab*, & eo quidem major, quo propius punctum *o* ſumptum ſit imagini *lgc*, ac proinde ſi oculus ſit in *o*, imago *lgc* ſub majori viſa angulo major quoque apparebit, quam objectum *bmb*, quæ prior eſt cauſa, ob quam imago iſta augetur.

§. 14. Secundo ulterius imago augetur, quando lens ocularis communem fere cum lente Objectiva focum habens intermedio loco inter *g* & *o* collocatur, eâ nempe ratione, qua talia vitra alia Objecta cominus ſpectata quoad magnitudinem augent.

§. Quan-

§. 15. Quando igitur Micrometrum in vitri Objectivi foco, ubi imago pingitur, collocatur, ſingulæ objecti partes iisdem modis, quibus imago, auctæ apparent, & apertura Micrometri ſemper eſt æqualis diſtantiæ punctorum illorum imaginis, quam metimur; quoniam nempe immediate & proxime imagini illud applicatur.

§. 16. Si quis hac de re ipſa experientia certior fieri velit, circino diametrum imaginis ſolaris vel lunaris metiatur, quæ per quodcunque vitrum Objectivum dipingitur in charta, quæ locanda eſt in foco hujus vitri; metiatur quoque eadem ſervata lente Objectiva eandem diametrum vel ſolis vel lunæ ope Micrometri in foco lentis poſiti; æquales utrobique ad unguem magnitudines deprehendet.

Caput III.

DE MICROMETRIS IN FOCO LENTIS OBJECTIVÆ APPLICANDIS.

§. 1.

DEvenio nunc ad ſpecialia, ubi plurium diverſorumque Micrometrorum fabrica & ſtructura recenſenda eſt, Simpliciſſimum ergo & paratu facillimum Micrometrum exhibent fila ita diſpoſita, ut pluries ad angulos rectos ſe interſecando plura quadratula minora & æqualia conſtituant.

§. 2.

§. 2. Poſſunt vero filis commode quoque pili equini ſubſtitui, cum horum ſuperficies magis ſit æqualis & lævis, quam filorum, quorum flocculi & inæqualitates lente oculari auctæ moleſtiam creant obſervatoribus. Ut vero debitum poſitum & figuram retineant hi cancelli, pili vel fila firmanda ſunt transmiſſa per foraminula annuli cujusdam, qui tubo immitti pro lubitu & iterum eximi posſit, qualem ſiſtit Figura X. in qua *a b c d* eſt annulus, *ef*, *ef*, *ef*, &c. fila ſecundum longitudinem extenſa & per annuli foramina trajecta, *hi*, *hi*, *hi*, fila transverſa, priora ad angulos rectos ſecantia, eodem modo firmata.

§. 3. Videntur pictores inventioni hujus Micrometri occaſionem dediſſe, qui ductis eodem modo lineis parallelis picturam aliquam, quam penicillo imitaturi ſunt, in plura quadratula minora diſtingvunt, ut deinceps facilius in alia tabula ſimiliter diviſa ſingulas partes ſecundum debitam proportionem deſignare ac delineare queant.

§. 4. Haud multum abſimilis quoque eſt uſus hujus Micrometri. Fila enim vel pili Objectis per tubum apparentibus inſtar retis prætenduntur, ſimulque diſtinctiſſime videntur, ut hac ratione ſitus & proportio partium Objecti haud difficulter obſervari, ac totum Objectum cum ſingulis partibus juxta competentem proportionem in chartâ ſimiliter in quadrata diſtinctâ depingi queat.

§. 5.

§. 5. Inſervire poteſt hoc inſtrumentum maculis, montibus, vallibus variisque tractibus ac phaſibus diverſis lunæ aliorumque planetarum delineandis ac in charta deſcribendis, nec non in ſitu ac poſitu ſtellarum, ope teleſcopiorum videndorum, determinando, imo & in Objectis terreſtribus, ut urbibus, domibus, turribus procul ſitis depingendis.

§. 6. Non tamen inde effigies ſumme accurata & omnibus numeris perfecta ſperari aut impetrari poteſt; non enim omnium punctorum ſitus accurate determinatur, ſed eorum ſaltem, quæ incidunt in filorum interſectiones, reliquorum autem poſitus judicio & arbitrio oculorum præterpropter ſupplendus eſt.

§. 7. Quanto quis ergo magis exercitatus in arte pictoria fuerit, tanto quoque felicior erit in deſignandis Objectis ope hujuscemodi Micrometri.

§. 8. Sequitur aliud Micrometrum, æque imo ſimplicius antecedenti, quod etiam eam ob cauſam primo loco recenſendum fuiſſet, ſi æque univerſale eſſet ac prius. Verum enim vero eclipſibus ſolaribus obſervandis ſolum commodum eſt, prætereaque teleſcopia longiora, quæ majorem ſolis imaginem exhibent, requirit. Proponitur autem in libro, cujus Titulus: Suite des Memoires de Mathematique & de Phyſique tirez des Regiſtres de l' Academie Royale des ſciences a Paris de l'Année 1706. p. 212.

Uſi

Uſi ſunt eo Celeberrimi Aſtronomi iſtius Societatis ad determinandam quantitatem eclipſios ſolaris, quæ contigit die 12. Maji ejus anni.

§ 9. Eſt autem nihil aliud, quam charta candida teneraque locanda in foco vitri Objectivi, ut in ea pingatur imago ſolis, cujus diameter dividenda eſt in 12. partes æq. per circulos 6. concentricos, qui referant 12. digitos eclipticos, ac ſi ſpatia intermedia ſatis ampla fuerint, e re erit, ſi iſta iterum ſubdividantur.

§. 10. Quomodo autem cognitâ diametro ſolis apparenti, dataque diſtantia foci a vitro objectivo, imaginis ſolaris diameter inveniatur patet, ex *Propoſ. 4. cap. I.* ſi nimirum fiat: *Ut ſinus totus ad Tangentem ſemidiametri apparentis ſolaris: ſic diſtantia foci ad ſemidiametrum imaginis ſolaris.* Sic e. g. ſi foci diſtantia ſit 34. pedum ſ. 408. pollicum, juxta hanc proportionem magnitudo diametri ſolaris erit fere 4. pollicum.

§. 11. Nec opus eſt, quando tubus eſt paulo longior v. g. 30. pedum, ut ante focum collocetur lens ocularis, idque propter duas rationes, quarum prior eſt, quod imaginis ſolaris in charta hoc modo depictæ partes & majores & minores facile oculo admoto excluſâque omni alia luce diſtingvantur; altera autem eſt, quod non facile haberi queat tam amplum vitrum Objectivum bene elaboratum & expolitum, quod totam imaginem ſolis complectatur, ac uno intuitu ſpectan-

ctandam ſiſtat. Quod ſi vero tubus paulo brevior fuerit v. ſg. pedum ſaltem 15. conſultum erit, Oculare quoque vitrum ſuperaddere, ut hoc ipſo aliquantum augeatur & imago ſolis & charta cum ſuis diviſionibus. Hunc in modum præparatus tubus inſtante deliquio ſoli obvertitur, ac hinc inde movetur, donec limbus ſolis cum extremo circulo in charta congruat, ac in horologio ſedulo notantur tempora, quibus limbus lunæ ſolem, circulos in charta deſcriptos relinquasque ſubdiviſiones radit; ita commodè licebit obſervare eclipſes ſolis, ſingulosque iſtius digitos.

§. 12. Non enim obſervatori obeſt lumen ſolare, quippe quod arcetur & retunditur papyro oppoſita, quæ ſi abeſſet ſolis radii, quos ſimplices ferre oculi noſtri nequeunt, hic per vitrum objectivum & oculare coacti & conconcentrati quaſi, non modo enormiter læderent & excæcarent, ſed omnino adurerent, quod obſervent ii, qui tuborum præſertim majorum vim urendi non ſatis exploraverunt, ne incaute inſpiciendo ſolem, periculum incurrant. Si eâ de re certiores fieri velint, tubum & Objectivo & oculari vitro convexo inſtructum ita locent, ut radii ſolis directe tranſeant, tum vero poſita eo loco, quo oculus admoveri ſolet, materia quævis combuſtilis primo fumum emittet, mox deinde & ignem concipiet, unde manifeſtum evadit, quod licet radii ſolares uniti in foco vitri objectivi, & ul-

& ultra tendentes iterum divergant, poſt hinc tamen per vitrum oculare convexum denuo congregentur, ac eandem vim urendi exerant, ac ſi unico vitro lenticulari excepti & in anguſtum ſpatium per refractionem redacti fuiſſent.

§. 13. Non tamen abſolute neceſſarium eſt, ut per aperturam tubi ordinariam imaginem ſolis per chartam tranſparentem intueamur. Si enim tubi & loci conditio id ferat, licebit pluribus ſimul obſervatoribus adſpicere imaginem ſolis in eadem facie chartæ, in qua depingitur, ſi videlicet tubus ſit paulo brevior, quam diſtantia vitri Objectivi & foci, ac in loco imaginis tubo directe opponatur tabula quædam cum charta agglutinata, quæ tabula mediante ſubſcude quadam tubo affigenda eſt. Si locus, in quo ſit obſervatio, paulo obſcurior ſit, tanto melius negotium ſuccedet, ac ſolis diſcus illuſtrior & clarior in charta apparebit.

§. 14. Ordo me deducit ad alia Micrometra perfectiora & longe accuratiora, quippe quibus non tantum ſitus Objectorum & partium proportio, ſed & angulorum quantitates, linearum, ſuperficierum magnitudines incredibili ἀκριβείᾳ determinantur. Talia vero nobis ſubminiſtrant cochleæ.

§. 15. Harum quanta ſit utilitas, mechanici optime norunt. Scita earum applicatione exurgunt machinæ ſtupendæ efficaciæ ad movendum, protrudendum, attrahendum, compri-

primendum, quales effectus a nullis aliis ſperari poſſunt, de quibus multa ſingularia & egregia afferri poſſent, ſi inſtituti ratio id permitteret. Veruntamen ea ſaltim, quæ hujus loci ſunt, & quem uſum cochleæ in Micrometria præſtent, ediſſeram.

§. 16. Uſus vero is conſiſtit in eo, quod beneficio cochleæ exiguæ quædam lineæ dividantur & quidem accuratiſſime in plures partes æquales, ut ſi exempli gratia data ſit longitudo unius pollicis, illa abſque difficultate ſtatim dividatur v. g. in particulas 1000. vel 2000. Hoc ut tanto melius intelligatur, concipiamus triangulum rectangulum (Fig. XI) *abc*, cujus baſis ſit *ab*, altitudo *bc*, hypotenuſa *ac*. Fingamus porro hoc triangulum circa cylindrum circumvolvi, vel ita complicari (Fig. XII.) ut baſis *ab* in circulum componatur & *a* cum puncto *b* congruat, ac hypotenuſa helicem referat. Si jam concipiamus punctum aliquod ſecundum altitudinem ſaltem mobile, hypotenuſæque incumbens, atque triangulum hoc modo complicatum circa axem ſuum circumvolvatur, punctum illud ſuper hypotenuſa aſcendet, vel deſcendet, prout circumrotatio vel dextrorſum vel ſiniſtrorſum fit, eâ quidem conditione, ut una circumrotatione peracta, iſtud punctum ex imo *a* ad ſummum punctum *c* aſcenderit, vel ex ſummo *c* ad imum *a* uſque deſcenderit. Præterea ſatis notum, in triangulo rectangulo *abc* (Fig. XI.) ducta recta quacunque *βκ*, paral-

Fig: X

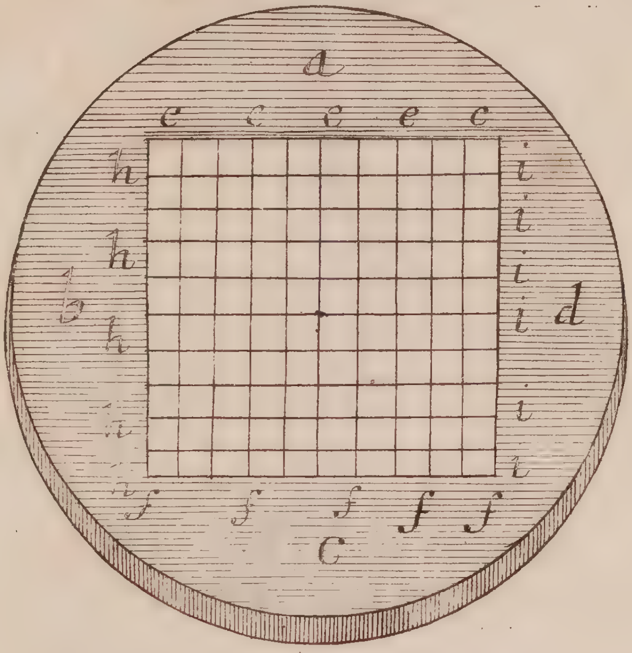


Fig. XI

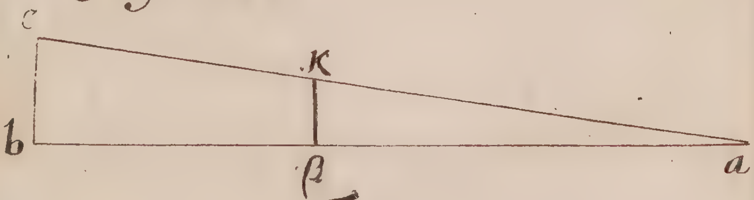
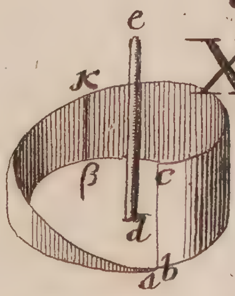


Fig XII.



parallela rectæ *bc*, propter ſimilitudinem triangulorum *abc*, *aβκ* totam baſin *ab* vel etiam totam hypotenuſam *ac* ſe habere ad totam altitudinem *bc*, ut portio quæcunque baſeos *aβ*, aut hypotenuſæ, *aκ* ad altitudinem *βκ*, & vice verſa, ita ut qualis pars baſeos totius *ab* eſt ſegmentum *aβ*; talis pars altitudinis totius *bc* ſit quoque altitudo *βκ*. Idem quoque valet, poſtquam iſtud triangulum rectang. (Fig. XI.) in formam circularem (Fig. XII.) fuerit convolutum, ut ſi v. g. (Fig. XII.) rotato cylindro, cui triangulum *abc* circumductum eſt, punctum *k* ſecundum altitudinem ſaltem mobile, ex imo uſque ad altitudinem *βκ* ſublatum ſit, ac portio *aβ* ſit $\frac{1}{4}$ totius peripheriæ baſios *aβb*, ſit quoque altitudo *βκ* quarta pars altitudinis *bc*. Perinde etiam eſt, ſive punctum *κ* in matrice ſeu cochlea cava ſumptum, ſupponatur mobile, & cochlea immobilis, ſive cochlea ſtatuatur mobilis, cochlea cava autem ſeu matrix immobilis. Continuatis ergo & coagmentatis pluribus iſtiusmodi ſpiris cylindro inciſis æqualibus eadem competit proprietas.

§. 17. Si cochleæ porro accommodetur index cum tabula orbiculata, cujus limbus inquotcunque libet partes æquales diviſus ſit, index circumgyratus deſignabit tot particulas in limbo orbis, quot particulis minutioribus cochlea vel matrix promota eſt.

§. 18. Nolo tamen inficiari, quemadmodum in omnibus inſtrumentis mathematicis conficiendis; ita hic etiam requiri induſtriam artificis. Maxima cura eo impendenda eſt, ut & cochleæ & matricis ſpiræ ubique æqualiter diſtent, ac cochlea intra matricem arcte moveatur, ne vacillet. Hæc obtinebuntur rejectis aliis materiis noſtro ſcopo ineptis, uti ſunt ligna, ſi eligatur pro cochlea chalybs, pro matrice autem orichalcum. Chalybem pro cochlea paranda requiro propter firmitatem, orichalcum pro matrice ad facilitatem motus, ac ne cochlea crebriori motu atteratur & competens figura ſpirarum deperdatur, quod probe norunt automatum fabri, qui axibus chalybeis rotarum orichalcum ſubſternunt, in cujus foraminibus longo tempore ſine attritione moventur, ſecus ac fieret, ſi axes iſti intra foramina ferri aut chalybis circumgyrarentur.

§. 19. Quod ipſam fabricam attinet, paulo etiam profundiores ſint helices terebræ cochlearis, quibus aliæ ſpiræ matricibus inciduntur perfecteque æquales, ipſæque matrices, quam fieri poteſt, longiſſimæ; inſtrumentum etiam inciſorium ſeu matrix, quæ inſervit elaborandæ cochleæ, eadem illa terebra parata ſit. Hæc ſi probe obſerventur non dubito fore, quin cochleæ pro Micrometris elaborentur aptiſſimæ.

§. 20. Cochlea igitur cum matricibus ſunt partes primariæ, præter quas tamen πρὸς τὸ εὖ εἶναι ſuperaddendæ quoque ſunt aliæ ſecun-

dariæ

dariæ, quarum legitima diſpoſitione exurgat Micrometrum uſui accommodatum. Cum igitur partium iſtarum diſpoſitio multis modis variari queat, varia exinde etiam procedunt Micrometrorum genera, quorum quædam L. B. ſiſtemus. Machinula talis ſatis ingenioſa, inventa a Domino *Gaſcoigne* & perfecta a *Domino Richardo Tonneley* deſcribitur in *Act. Philoſoph. Anglic. Societ.* per *Henr. Oldenburgium edit.* Anno 1667. Num. 29. pag. 438. ſeqv. quæ loco citato videatur.

§. 21. Aliud Micrometrum non minus elegans invenitur in *Act. Erudit. Lipſienſ. Anni 1708. Menſ. Martii.* Inventor primus fuit celeberrimus Gedanenſium Aſtronomus, *Hevelius*, cujus inter reliquam ſupellectilem repertum id eſt a Domino *Heckero*, ab eodem & elaboratius redditum & publico communicatum. Deſcriptionem hujus Micrometri Heveliani, quod vel ipſum ſaltem inventoris Clariſſimi nomen commendat, dabimus ipſis Domini *Heckeri* verbis.

Tam Figura XIII. quam XIV. integram, quæ ex orichalco confecta eſt, repræſentat machinulam, & quidem ex ea præcipue parte, quæ oculare vitrum, cum tubo decenter infixa eſt, reſpicit. Figura XIII. refert Micrometrum eo usque clauſum, donec priores duo pili ſe mutuo tangant vel coincidant. In Figura XIV. vero apertum videre eſt Micrometrum, h. e. pilis, quantum poſſibile eſt, ab invicem diductis. Ceterum machinula hæc compoſita eſt ex quatuor potiſſimum partibus, per Figuras XV. XVI. XVII. &

XVIII. expreſſis. Inter has Figura XV. præcipua eſt, & corpus quaſi machinulæ exhibet, quoniam reliquæ omnes huic vel affigendæ veniunt vel inſerendæ. Exhibuimus autem in ejusdem delineatione ipſius faciem poſticam, ſive illam, quæ a lente oculari averſa debet eſſe, quod ipſum in Figura XVI. ſecus autem in reliquis obſervari neceſſum fuit. Huic Figuræ XV. inter rectas a b, c d *applicanda veniunt Figuræ XVI. latera* n o, p q, *ope quatuor lamellarum, quarum duæ,* e f, g h, *in Figura XVI.; reliquæ duæ,* i k, l m, *prioribus directe ſuperimpoſitæ, & cochleis mutuo firmatæ, in figura XIII. apparent; quæque propterea ultra rectas* n o, p q *porrectæ ſunt, ut laminas* a b, c d, *utrinque comprehendant, quo tota Figura XVI. intra dictas laminas fiat mobilis, & levi negotio huc illuc verſus latera* a c, *vel* b d, *impelli poſſit. Cavendum autem hic ſummopere, ut parallela* n o, p q *latera, tantum inter ſe diſtent, quantum latera* a b, c d, *quoque parallela, & ut dictæ quatuor lamellæ laminas oblongas* a b, c d, *utrinque tangant, nec hiatum aliquem relinquant, unde mota Figura XVI. vacillare poſſit. Transverſa quoque, quæ in Figura XV. ſpectatur, trabecula* x y, *ita aptanda, ne motus Figuræ XVI. ab illa impediatur. Una quoque ex ſupra dictis lamellis, puta* g h, *ita fabricata ſit oportet, ut in ejus medio inveniatur foramen (matricem dicunt) intra cujus ſpirales crenas chalybea cochlea debite volvi queat. Prope hujus cochleæ alterum extremum, eſto tympanum vel rotula dentata* r s, *volubilis cum ipſa cochlea* t u, *tanquam axe ſuo, in cujus altero extremo* t, *cuſpis clavuli* w, *in Figura XV. ſpectandi; alterum* u *foramini*

ramini rotundo, quod Figuræ XVII. centrum eſt, immittitur, ut tantum ſupra orbem XVII. Figura quadrata promineat, quantum ſufficit ad firmandum eidem gnomonem β γ, cujus altera extremitatum cuſpidata eſt, ut diviſiones in orbe diſtinguat & numeret; altera vero manubriata exiſtit, quo ejus ope axis cochleatus t u *in orbem agi, & mediante matrice* ff, *vel altrahere Figuram XVI. vel a tympano* r s *propellere poſſit. His ordinatis, tandem Figuræ XVIII. latera* δ ϱ, ε η *crenæ, quæ apud* κ λ, *in Figura XV. apparet, ita committenda, ut intra illam tota Figura XVIII. libere quidem ſed ſine nutatione moveri poſſit. Rotula dentata, quam in dicta Fig.* XVIII. *vides cochleato axi affixam, ita ordinata eſto, ut dentes ejus dentibus rotulæ in Figura XVI. expreſſis ſint ſimiles quidem, at numero duplo plures; axis quoque, qui per matricem* ω *tranſit, axi Figuræ* XVI. *prorſus aſſimilis ſit, excepta longitudine, quæ illius tantum debet eſſe ſubdupla. Axeos vero hujus extremitatum alteram* 6 *intra parvulum foramen excipiat paxillus* z; *altera autem* 7, *quæ teres ſit oportet, convenienti ſibi foramini* π, *quod in Figura* XVII. *vides, in quo cardinis vice fungi debet, inſeritur. Notari autem velim, hujus axis cardines* z & π *ita debere eſſe diſpoſitos, ut unius rotulæ dentes interſtitiis dentium alterius rotulæ debite implicentur, quo converſione dupla rotulæ minoris, major rota, dum ſinguli dentes ſingulos protrudunt, ſemel (cum duplo plures, ut ſupra dictum eſt, dentes major rota habeat) in orbem agatur. Porro advertendum, in Figura* XVIII. *lamellæ* ϱ δ ε η *aliam quadratam* 2 3 4 5 *quatuor clavulis* 8, 9, 10, 11, *ex parte poſtica affixam eſſe, cujus*

C 4 *duo*

duo 2 3, 4 5 *latera non tantum ultra priorem lamellam multum eminent, ſed & acuminatæ exiſtunt, eo fine, ut hæ ipſæ crenis, quæ tubo optico inſunt, posſint immitti, & hac ratione Micrometrum tubo applicari, ibidemque ita firmari, ut circularis foraminis centrum* △ *cum axe tubi ad ſenſum conveniat. Tandem & orbis Fig.* XVII. *cochleis* ♈, ♉, *bene firmetur, ne cochleati rotularum axes paxillis* w z, *quibus inſident, excidere poſſint. His rite peractis, jam facile erit cuique ex dictis videre, ſi manu index orbiculi Fig.* XVII. *in alterutrum partem volvatur, Micrometrum iri apertum, & quidem ita (quod caput rei eſt) ut diſtantia inter duos pilos media ſemper futura ſit in axe tubi, idque ſemper obtentum iri, ſive magis, ſive minus Micrometrum aperiatur. Dum enim Figura Fig.* XVIII. *ut dictum, firmiter Tubo cohæret, volvendo gnomonem, ope longioris cochleæ* t u, *trahitur Figura XVI. cui duo pili, in lamella* i k *incurva ſunt annexi, verſus* XVII. *ſed & Figura XV. mediante altera cochlea 6. 7, una cum Figura XVI. (cum ipſi inhæreat) propellitur verſus ♌ (vid. Figura* XIII.) *Aſt dum rotula minor duplo citius volvitur, quam major rota, pili Figuræ* XVI. *affixi duplo plus moventur verſus Figuram XVII. quam pili Figuræ XV. verſus ♌. Ergo dum duplo citius verſus Figuram*XVII.*pergunt, quam cum ipſa Fig. XV. verſus ♌, tantum recedet, a ♌ Figura* XVI. *quantum Figura XV. eo accedet: hoc eſt, duo pili, qui ſe antea in centro foraminis tangebant, converſione gnomonis utrinque æqualiter a ſe mutuo recedunt. Hac ratione obtinetur, ut quis diametrum apparentem ſtellarum Micrometro dimenſurus, eam, dum inter pilos capit, hoc ipſo etiam ſtellam in medio tubi ſit habiturus;*

im-

Fig XIII

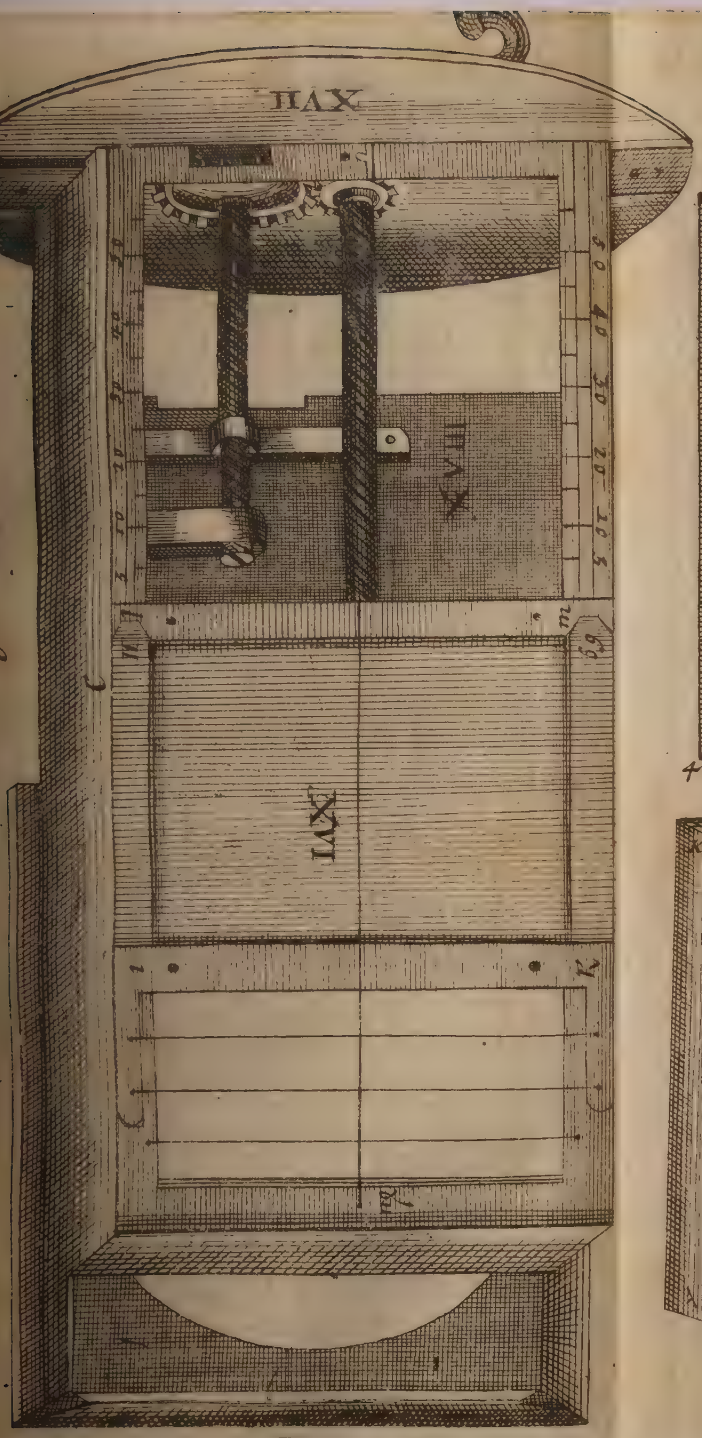


Fig. XVIII.

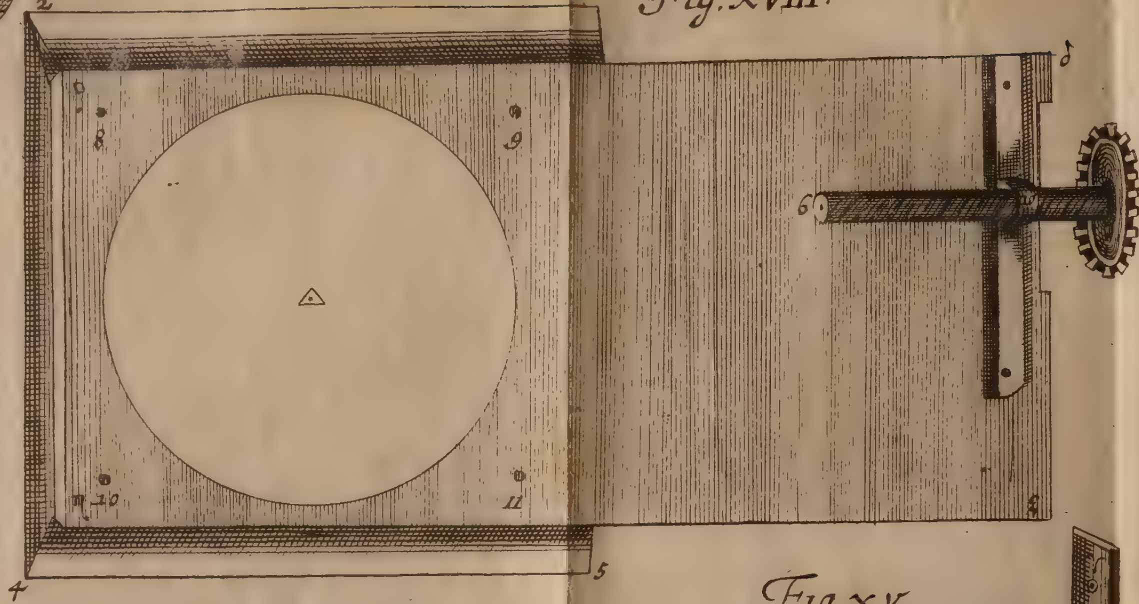


Fig XV

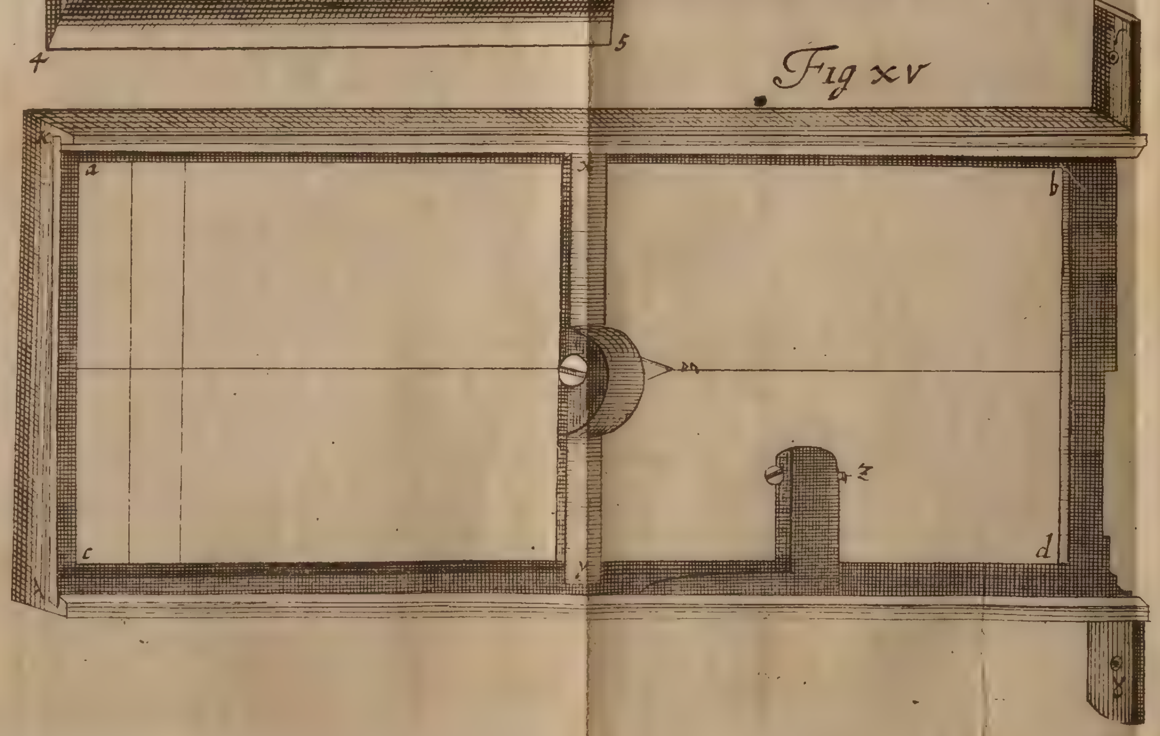


Fig. XIV.

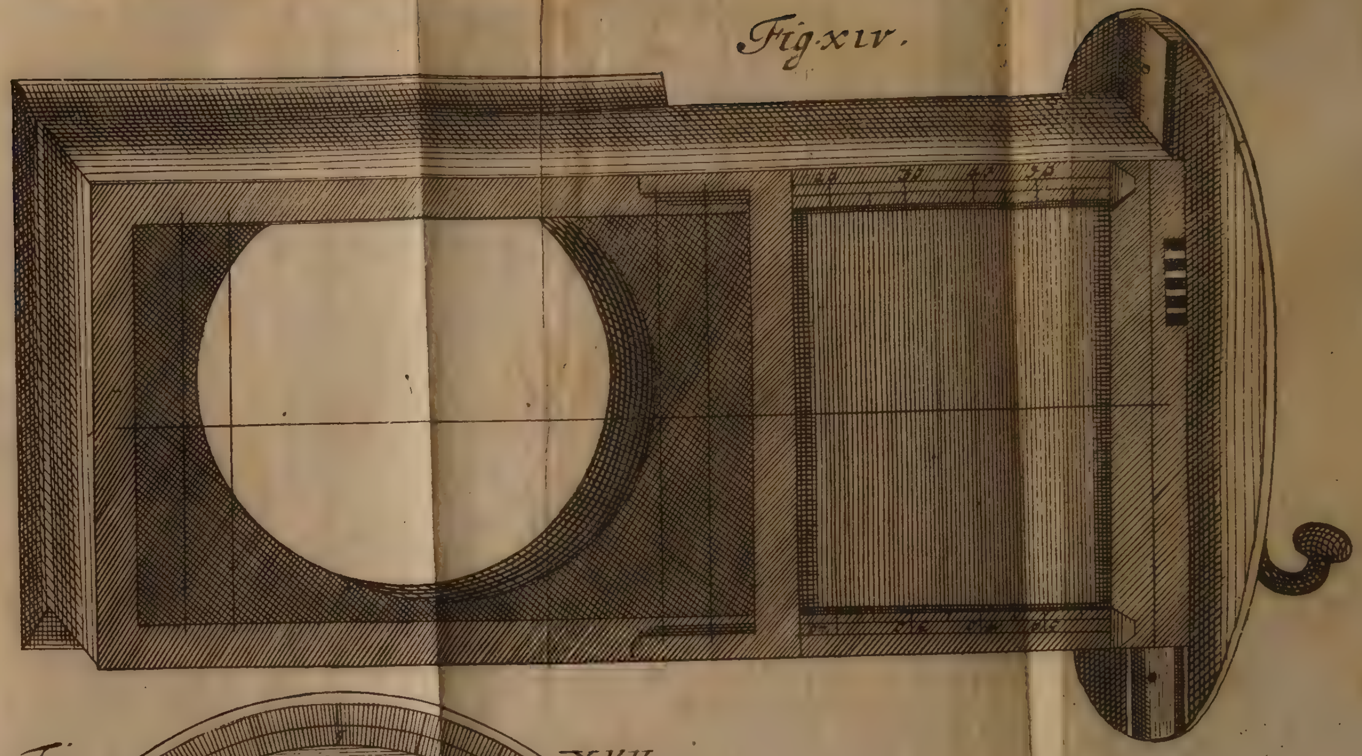


Fig. XVII.

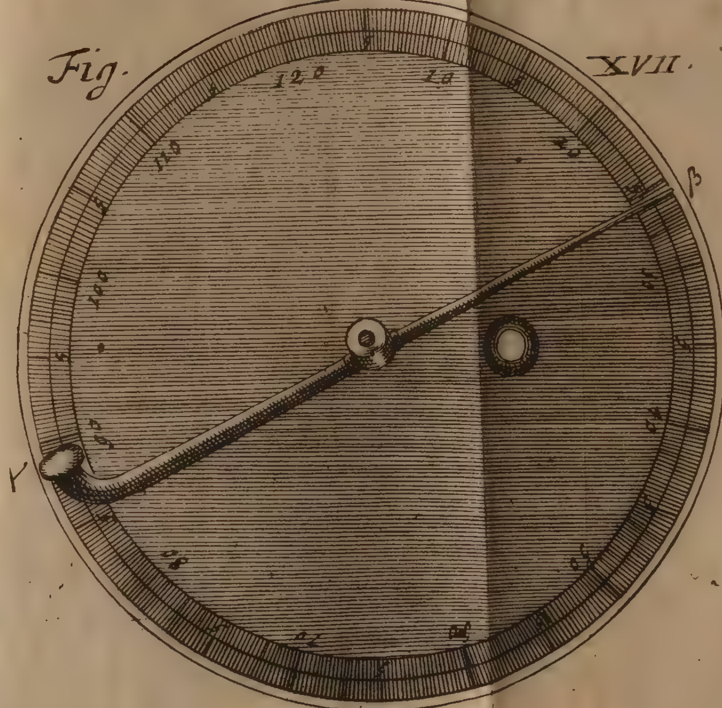


Fig. XVI.



imprimis ſi & hoc accedat, ut pilus transverſalis ♍ ♎ per ſtellæ centrum tranſeat. Quantum autem referat objectum dimetiendum habere in medio tubi, non eſt, ut hic multis disquiramus, cum hujus rei neceſſitas jam a pluribus ſit animadverſa. Quod autem nemo hucusque, quod ſciam, transverſalis pili, qui prioribus normaliter, & per centrum foraminis tranſit, mentionem fecerit, mirum, quod ſine illo exactam ſtellarum diſtantiam Micrometro dimetiri impoſſibile ſit. Etenim cum ſola Perpendicularis veram inter duas Parallelas diſtantiam metiatur, illa ignorata, nunquam de vera diſtantia poterimus eſſe certi; quin potius arguere, omnes ſine hoc transverſali pilo inſtitutas huc usque diſtantiarum obſervationes fuiſſe juſto paululum majores. Cum autem ad abſolutæ perfectionis Micrometrum non tantum requiratur, ut accurate eo obſervari poſſit, ſed & expedite & commode, cum una eademque nocte plures, intra breve temporis ſpatium, habere obſervationes quandoque neceſſarium ſit; hinc quid & hac in parte noſtrum præſtet, dicendum. Primo itaque duos cuique lateri addidimus pilos (quibus etiam plures adjici poſſent) quo diametri apparentes aut diſtantiæ, inter ſe multum differentes, abſque multa gnomonis rotatione, (qua alias opus eſt, cum Micrometri apertura multum immutanda venit) mox propiores, mox magis inter ſe diſſitos adhibendo pilos, prout commodum fuerit, capi poſſint. Imo & ita aptata eſt hæc machinula, ut ſi quis non pilis, ſed & iſtis lateribus uti velit, hoc commode fieri poſſit, gyrando nimirum tam diu gnomonem, donec ipſa latera conveniant & omnem fere aperturam claudant. Secundo obſervandum, nos

 lamel-

lamellam l m, *verſus* ♊, ♋ *acuiſſe, ut mediante illius acie, diviſiones in utroque latere expreſſæ & ſuis numeris inſignitæ facilius diſtinguantur; diviſionum initio facto, ubi priores duo pili ſe mutuo tangunt; numeris autem indicantibus, quot converſionibus gnomonis pili inter ſe diſtent: adeo ut ex his numeris & illis, qui in orbe XVII. expreſſi ſunt, ſtatim certiores fieri poſſimus de accurata Micrometri apertura, & inde Tabellam aliquam conſtruere. Quodſi quis cum Clariſſimo Auzouto exiſtimet, ejusmodi diviſionibus fidere, nimis eſſe lubricum, quod hoc ſupponat fabricam Machinulæ, ſupra quam fieri poteſt, accuratam; is, ubi tempus ſuppetit, ipſa, a Clariſſimo Viro, ope Microſcopii, præſcripta (vel alia) methodo, diſtantiæ filorum rationem inire poterit: ſed ſi tempus huic negotio impendendum ad alias protinus vocaret obſervationes, non video, quî melius omnibus ſemet inſequentibus obſervationibus vacare poſſimus, quam diviſionum ope cujusvis obſervationis aperturam ordinem conſignando, ac deinde, cum obſervationis tempus præterlapſum & nobis commodum fuerit, juxta conſignatos numeros Micrometrum reſtituere, & diſtantiam pilorum tum demum ope Microſcopii, juxta præſcriptum D. Auzouti, metiri; ubi apparebit ſimul, quantum menſuræ iſtæ inter ſe conſenſerint. Plurimas cautelas hic adhibendas, ſolertiæ & ingenio obſervatoris, cum brevitati ſtudeamus, relinquimus.*

§. 22. Verum enim vero licet bina iſta Micrometra perfectiſſima laudatiſſimaque ſint, non tamen ubivis locorum invenies tam ſolertem artificem, qui iſta rite, debitoque mo-

do

do, uti deſcribuntur fabricari ſciat; quod ipſum commovit Clariſſimum *Dn. Godofr. Kirchium*, ut ſibi Micrometrum paratu facile inveniret. Exponit vero iſtius fabricam in Calendario ſuo ad annum 1707. Ego, inquit, excogitavi pro proprio uſu Micrometrum parabile, quod quilibet faber ferrarius elaborare poteſt. Annulum nempe vel ferreum, vel orichalceum cudi curo, quem ſuperinduco tubo, cui ineſt lens ocularis. Annulus hic duo habet foramina ſibi e diametro oppoſita, cum duabus cochleis, intra dicta foramina mobilibus, ita ut in medio tubi accurate ſe attingant. Annulum hunc, exemptis antè cochleis, ſuperinduco tubo, tantumque protrudo a vitro oculari verſus objectivum, quantum oculus diſtat a vitro iſto oculari. Tunc immitto quoque cochleas, probeque noto, an oculo diſtinctè videndæ offerantur. Sin minus, annulum cum cochleis propius verſus oculum protraho, vel retraho, donec cochleas clarè & diſtinctè videam, ſic paratum eſt inſtrumentum, parvulum quidem, ſed utiliſſimum, quod Micrometrum vocatur. Hic opera danda, ut habeantur amplæ lentes oculares, quæ magnum ſpatium cœli comprehendant, ſed tamen ſimul acutæ, h. e. ut in paropſide minoris diametri formatæ & expolitæ ſint, ne augmento imaginis quidpiam decedat. Poſtquam igitur tubus Micrometro inſtructus fuerit, capienda eo eſt diſtantia duarum ſtellarum, quam accurate

ali-

aliquis Aſtronomus indagavit, & exinde conficienda tabula Proportionum. Nam numerandæ ſunt ſolummodo cochlearum converſiones, (vel harum ſemiſſes aut quadrantes) ac convertendæ per notam diſtantiam in minuta prima & ſecunda. Vel ſi talis aliqua diſtantia nota non ſit, aſſumenda eſt diameter ſolis in plano, quod ſoli objicitur in camera obſcura, aut ſi ſolis aut lunæ eclipſis obſervanda ſit, quantitas deliquii diametro diſci ſoloris æſtimari poteſt. E. g. in nupera eclipſi ſolis 1706. tubo decempedali diametrum ſolis inveniebam 224. part. MICROM. aut quadrantum converſionum. Quando ergo tempore maximæ obſcurationis MICROMETRO metior reſiduum lucis v. g. 4. part. exinde concludo $\frac{1}{56}$ tantum diametri diſci ſolis reſtitiſſe, quantacunque fuerit tum temporis diameter ſolis apparens in minutis & ſecundis. Poſthinc menſura iſta in minutis & ſecundis aliunde innoteſcet. Poteſt eadem quoque methodus adhiberi diſtantiis notatum & ignotarum ſtellarum menſurandis, ſiquando apparet Cometa aut nova quædam ſtella. Hujus Micrometri denuo meminit in Calendario ad annum 1709. eoque ſe per 30. annos cum ſucceſſu uſum refert.

§. 23 Fuerunt hæc aliorum Micrometra, quæ mihi innotuerunt. Nemo tamen, ſpero, vitio mihi vertet, ſi & meam ſymbolam adjiciam, ac quibus Micrometris utar paucis exponam. Primo autem adhibui tubis meis Micrometrum

trum conſtructionis facilis, cujus deſcriptionem ſubjiciam ſtatim. Fig. XIX. eſt lamina orichalcea forma rectanguli parallelogrammatis, competentis craſſitiei *abcde*, habens in altera extremitate *ab* pinnulam perpendicularem, *bc* eſt pars laminæ, quæ tubo immittitur circiter duorum pollicum, *de* eſt pars laminæ exterior, æqualis parti *ab*, in qua deſignatæ ſunt particulæ, quæ ſingulæ ſingulis diſtantiis ſpirarum cochleæ Fig. XX. æquantur ac notantur numeris ſubjectis 5. 10. 15. 20. 25. 30. & ultra, quæ, quomodo deſignentur, infra exponemus. Has duas inter partes medium eſt corpus parallelepipedum, orichalceum exactiſſimeque lævigatum *ffgg* per cujus foramen inferius oblongum transmittitur lamina *abcde* inibique firmatur ope clavulorum, ut ne nimimum quidem vacillare queat: parte vero ſuperiori habet cochleam cavam ſive matricem *ff* pro recipienda cochlea Fig. XX. Hæc cochlea ſit chalybea, exactiſſime elaborata, æqualis ubique craſſitiei, nec minimum incurvata. Iſtius longitudo a *k* uſque in *l* æquatur longitudini *ad* in Fig. XIX. Reliqua pars cochleæ Fig. XX. *no* cylindrica eſt in extremitate affixum habens indicem *p* ac inſuper manubrium *qq* pro circumgyranda cochlea. Denique Fig. XXI. eſt orbis orichalceus *or* cum gemina vagina ferrea afferruminata *tt* & *ss*, quarum hæc formæ eſt quadrato-oblongæ pro recipienda parte laminæ ori-

chal-

chalceæ *de* Fig. XIX. Altera vero vagina ſeu canalis intus teres *tt* excipit partem cochleæ cylindricam *no* Figura XX. quæ poſtquam fuerit immiſſa, cochlidio parvulo *mm* firmatur, ita ut ne antrorſum cedere queat, libere tamen circumgyretur. Limbus vero orbis orichalcei *r o* dividendus eſt in decem partes, ac ſingulæ in alias decem: Ita ut tota circumferentia dividatur in centum particulas ſeu gradus. Poſſet quidem diviſio fieri per quemcunque alium numerum, ſed quemadmodum diviſio aliarum quarumcunque rerum per decades, aliis modis dividendi præſtat; ita quoque hoc loco ob calculi longe majorem facilitatem eligi meretur. Combinatis igitur ſic his duabus partibus Fig. XX. & XXI. depictis quoque adaptetur reliqua Fig. XIX. ac circumgyrata cochlea per matricem *ff* eo uſque adigatur, donec pinnulam in *a* accurate tangat, ita compoſitum erit totum Micrometrum, uti Fig. XXII. delineatum eſt. Hoc ubi factum fuerit, index reducendus aut retorquendus eſt (immotata cochlea) ad illud punctum orbis orichalcei, ubi diviſionis initium factum eſt, ac poſtea firmandus quomodocunque licet, vel ſi jam ante ſit affixus, cochleæ capiti lima tantum demi debet, ut index deſideratum punctum in limbo orbis orichalcei indicet. Hoc impetrato, notandum eſt, quouſque laminæ pars *de* in vaginam intraverit, inciſa lineola ope inſtrumenti cujusdam acuti, poſtea ſemel circum-

gyranda

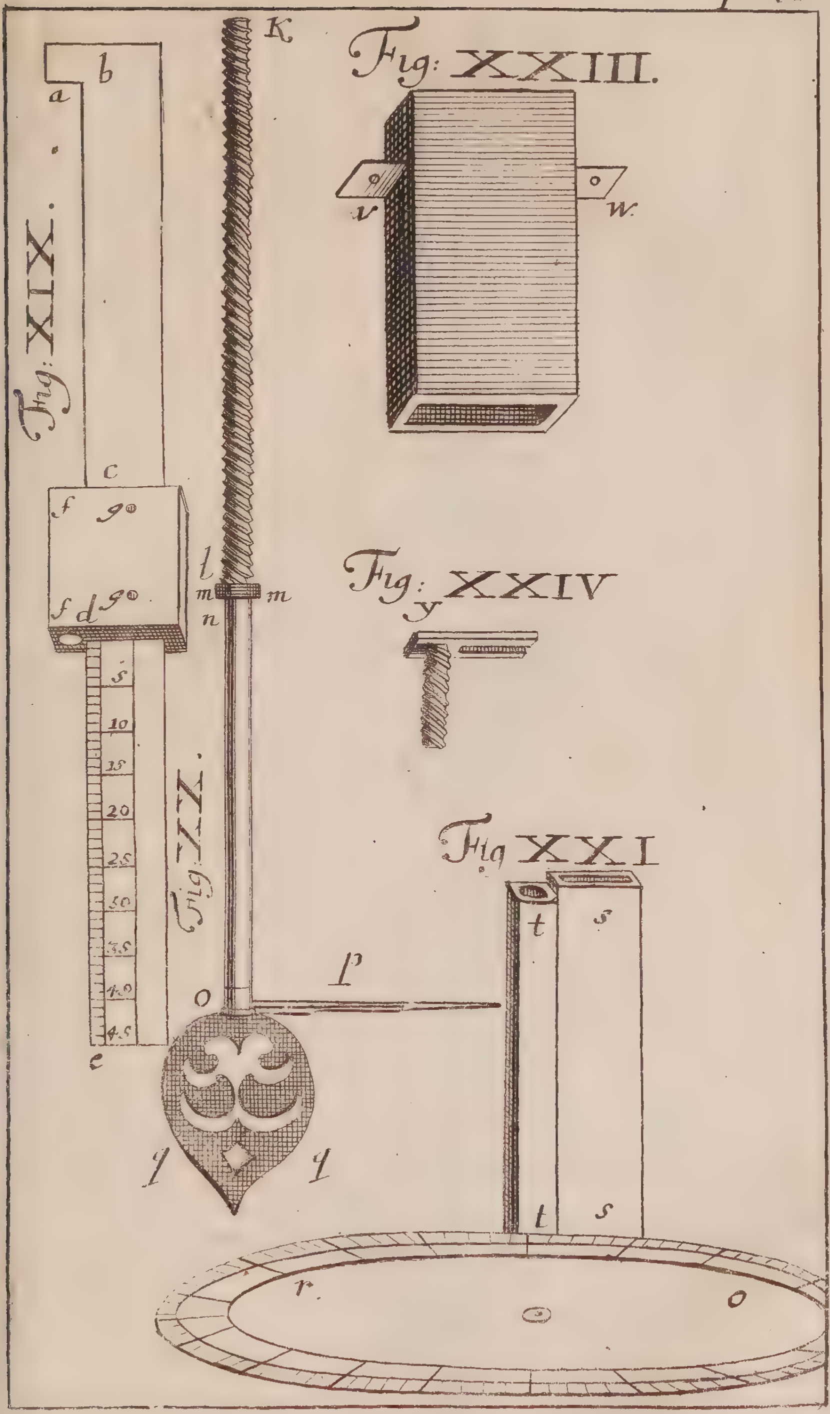
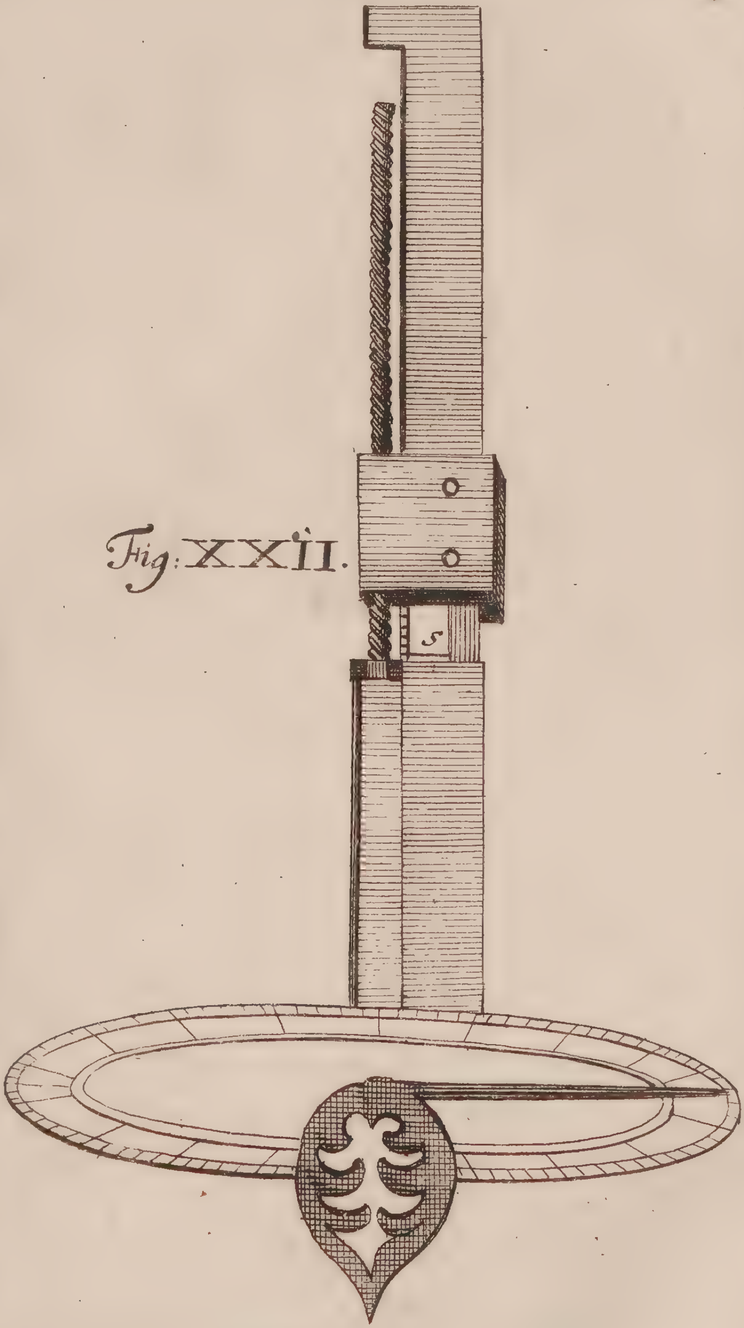

Fig: XIX.
Fig: XX.
Fig: XXI
Fig: XXIII.
Fig: XXIV

Fig: XXII.



gyranda cochlea, ac ſimile laminæ ſignum incidendum, quod ulterius continuandum, donec omnes partes, quas ſufficere aperturæ Micrometri arbitrabimur, in lamina deſignatæ ſint. Hæ erunt diviſiones majores diſtantiis ſpirarum exacte æquales, quales circiter 25. 30. aut plures pro re nata fieri poſſunt. Harum vero partes centeſimas in limbo orbis orichalcei deſignat index, quod ex ſupra dictis § 16 17. patebit, ut proinde longitudo unius pollicis facile in 2000. & plures particulas dividatur. Reſtat adhuc capſula quædam orichalcea Fig. XXIII. cujus cavitas exactè æqualis lævigataque eſſe debet pro recipiendo corpore parallelepipedo *ff gg* Fig. XIX. quod iſtius capſulæ cavo exacte congruit, ut hujus beneficio Micrometrum tubo vel profundius immitti, vel retrahi, vel poſcente uſu omnino & quidem ſine difficultate eximi, & mox iterum immitti queat, imo ut unicum Micrometrum pluribus tubis inſerviat. Longitudo capſulæ arbitraria eſt, inſtructa inſuper eſt duabus pinnulis ſeu alis *v*, *vv* per quarum foraminula traſmiſſis clavis tubo affigitur.

§. 24. Si quis duas pinnulas deſideret, is facile extremitati cochleæ alteram poterit accommodare, Fig. XXIV. ita ut intra ipſius foramen rotundum 9 cochlea moveatur & circumgyretur, pinnula tamen nunquam inclinetur quaqua verſum; ac parte inferiore in duo cura diviſa laminæ quaſi inequitet.

§. 25. Erunt fortaſſe, qui reprehendent in Micrometro hoc, quod medium aperturæ Micrometri medio tubi non reſpondeat: Sed duplex contra hanc objectionem in promptu eſt reſponſio. Primo enim hoc non neceſſarium abſolute eſt, id quod infra oſtendam, ubi objectiones contra uſum talium Micrometrorum diluam: deinde vero retrahendo vel profundius immittendo Micrometrum facile effici poteſt, ut medium aperturæ Micrometri, medio tubi congruat, modo quis oculorum judicio uti ſciat.

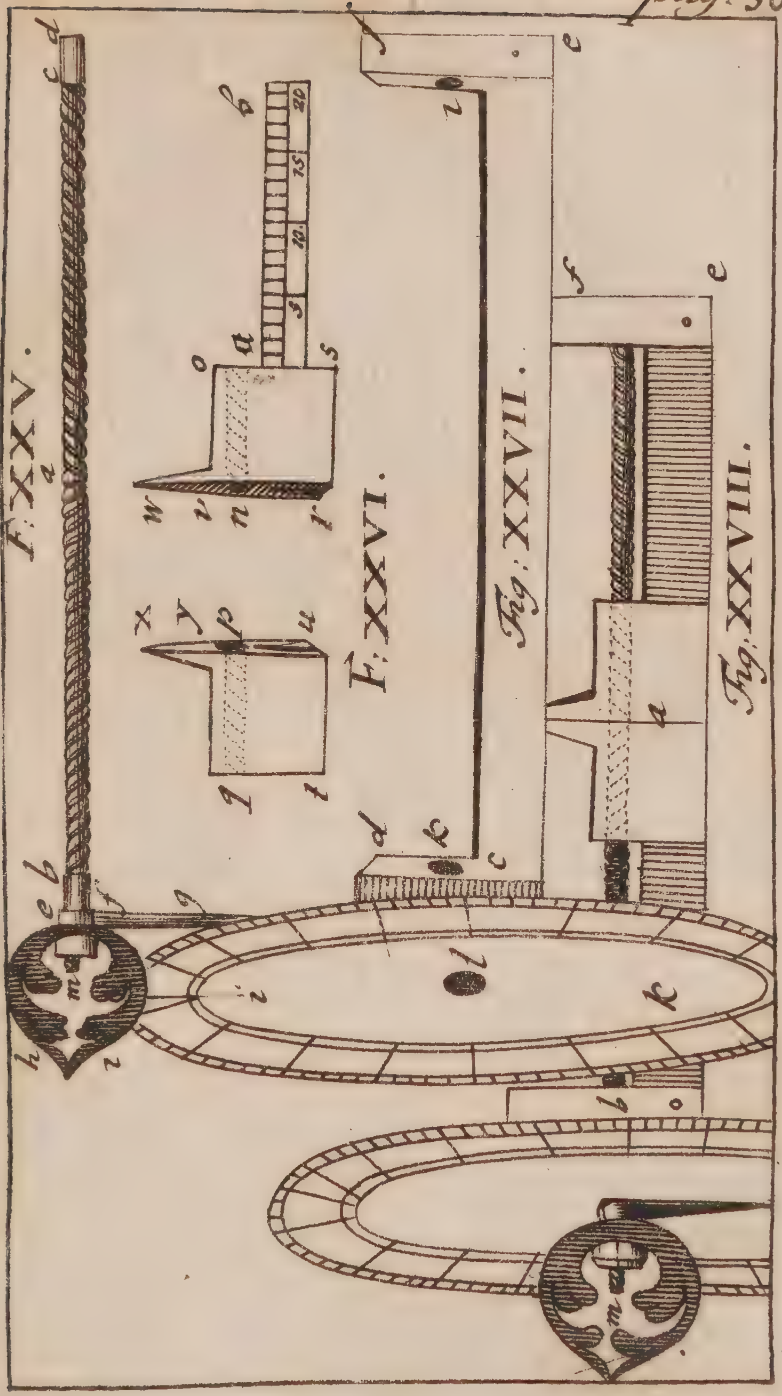
§. 26. Sed nihilomimus erunt aliqui, qui ſine hoc nullum Micrometrum perfectum, multumque ſic præſtantiæ decedere putabunt, cum quæ hactenus inventa ſunt Micrometra omnia eâ lege conſtructa ſint, ut utraque pinnula Micrometri vel recedendo vel accedendo æqualiter a medio tubi diſtet. Horum ergo deſiderio ut ſatisfiat, excogitavimus Micrometrum, cujus fabrica haud difficilior aut magis laborioſa eſt, quam proxime præcedentis. Utimur vero eo fine cochlea, quæ circumgyrata cochlidiis ſive matricibus duplicem inſimulque contrarium motum conciliat. Vulgo quidem cochleæ ita elaborantur, ut iis dextrorſum circumactis matrix ad manum circumgyrantem propius accedat, quales cochleas vocabimus ordinarias; ſed non majori labore fieri quoq; & incidi cylindris poſſunt cochleæ ordine contrario, quæ proinde etiam contrarium effectum edent, quales

quales cochleas inverſas appellare licebit. Si ergo utrumque genus cochleæ rite conjungatur, quæſitus finis obtinebitur.

§. 27. Fiat igitur Fig. XXV. cochlea, cujus dimidium alterum, ut *ab*, cochlea ſit ordinaria; alterum vero dimidium *c a* ſit cochlea inverſa. Gradus autem ſeu diſtantiæ ſpirarum cum cochleæ ordinariæ, tum cochleæ inverſæ ſint æquales, ſeu ejusdem diſtantiæ. Ut vero utraque pars ejusdem ſit craſſitiei, abſolute neceſſarium non eſt. Tota cochlea exactiſſime recta ſit, nec ullibi incurvata. Minima enim curvatura vitioſum redderet Micrometrum. Utraque extremitas cochleæ in axem cylindraceum deſinit *dc*, *be*, quorum alterutri ſuperadditur index *fg* cum manubrio *hi*, quæ binæ partes in prominente axe, (qui eum in finem quadratus eſſe debet) cochlidio parvulo *m* firmantur. Fig. XXVI. delineantur duo cochlidia, quorum tractus ſeu ſpiræ internæ ſignificantur lineis punctatis: alterum *osrnvw* congruit cochleæ parti *ca*; alterum autem *qtupyx* parti *ab* cochleæ debetur. Utrumq; cochlidium parte inferiori crura habet, intra quæ recipit laminam orichalceam, mox deſcribendam, quo efficitur, ut bina iſta cochlidia ſemper ſitum perpendicularem retineant, impediturque inſimul eorum circumgyratio, quando cochlea circumducitur, ita ut ſaltem, circumacta cochlea *cab*, bina iſta cochlidia cum ſuis pinnulis Fig. XXV. æqualiter vel accedant ad medium

punctum cochleæ *a* vel recedant ab eodem puncto. Alteri cochlidio v. g. *osrnvw* affigendus eſt index *ab* in quo annotandæ ſunt diviſiones integris converſionibus cochleæ reſpondentes, de quibus paulo infra. Fig. XXVII. ſiſtitur lamina orichalcea tanta craſſitie, ut non facile incurvetur, ubique æqualis & probe lævigata, cui quaſi inequitant cochlidiorum crura, quæque eorundem circumrotationem impedit. Ab utraque extremitate affixa ſunt duo brachiola *ef*, *cd*, quæ intra ſua foraminula *i* & *k* recipiunt axes cochleæ *dc*, *be* Fig. XXV. inſertis ante binis cochlidiis Fig. XXVI. ea conditione, ut in puncto *a* medio pinnulæ exacte ſe tangant & ſibi congruant. Brachiolo *db* affigitur vel afferruminatur orbis orichalceus *ilk*, ac denique ſuperadditur manubrium cum indice ſic ut is vel ſurſum vel deorſum ſpectet; ita conſurgit Micrometum integrum, quod Fig. XXVIII. depingitur.

§. 28. Supereſt, ut paucis quoque oſtendam, quomodo diviſiones inſcribendæ ſint. Hoc ipſum vero ſimiliter perficitur circumducendo cochleam ope manubrii, & quidem dextrorſum, ſi cochleæ pars dextra *ab* ſit cochlea ordinaria: una enim circumvolutione cochleæ peracta, brachiolum *ab* tantum eminebit ultra brachiolum *ef*, quanta eſt diſtantia crenarum cochleæ verſæ *ca*, ubi proinde lineola incidenda eſt indici oblongo *ab*/ tum ſecundo, tertio & ſic deinceps circum-


F: XXV.
F: XXVI.
Fig: XXVII.
Fig: XXVIII.

cumducenda cochlea, ac ſemper, quantum promineat index oblongus *a b*, annotandum, donec uſque ad brachiola *f e* & *c d* pervenerint cochlidia, & ulteriorem aperturam Micrometrum recuſet, ita habebuntur majores diviſiones, quæ omnes ſimul ſumptæ æquales erunt longitudini cochleæ *c a* excepta longitudine cochlidii. Limbus vero orbis orichalcei *i l k* dividendus eſt in centum particulas æquales, quæ illarum centenas deſignabunt. Hac ratione diſtantia pinnarum ſemper erit dupla illius portionis indicis oblongi, quæ ultra brachiolum *f e* eminet, ac ſingulæ converſiones binis ſemper gradibus cochleæ æquipollebunt.

§. 29. Quod ſi vero minutiores aliquis velit diviſiones, is ſingulis ſemicircumvolutionibus indicis peractis, ſignum poterit indici oblongo inſculpere, ac limbum orbis orichalcei in bis centum particulas dividere, ita ut priori ſemicirculo adſcribantur numeri 10. 20. 30. 40. 50. 60. 70. 80. 90. 100. & alteri ſemicirculo ſimiliter; ita 100. particulæ vel ſemicirculus orbis orichalcei æquivalebunt uni gradui cochleæ Pinnulis inſuper accommodari poſſunt pili, ſi hi placeant. Ut vero Micrometrum hoc tubo inſeratur, perforandus is eſt ex utraque parte, ita ut aperturæ brachiolis reſpondeant, & pinnulæ tubi medium occupent, cochlea paulo infra axem tubi ſubſiſtente: ſic enim Micrometrum maximam admittet aperturam, & cochlea exhibebit perpendiculum, ut non opus ſit filo

 vel

vel pilo pro minima diſtantia capienda, quod requiritur in Micrometro Heveliano. Micrometrum vero intra iſta foramina obicibus aut alio quodam artificio firmari poterit, ſic tamen, ut abſque difficultate ſtatim eximi queat. Hoc Micrometrum, ut opinor, quoad utilitatem & commoditatem aliis vix cedet, licet multo minore ſumptu comparetur. Si cui in hoc Micrometro diſpliceat, quod Objecti videndi haud exigua portio cochlea & lamina obtegatur, is poterit extra tubum affigere Micrometrum, ita ut ſolummodo pinnulæ prominentes in tubum & locum imaginis protendantur. Sed cochleâ accuratiſſimè recta ac ne minimum quidem incurvatâ opus eſt.

§. 30. Si vero quis nullo omnino Micrometro inſtructus ſit, ac nihilominus tamen tubi ope Micrometriam exercere aveat, illi communicabimus hic methodum expeditam & facilem, modo habeat circinum & ſcalam modicam, cujus inventor Tycho celebratur. Quemadmodum enim iſta ſcala Tychonica in Geodæſia inſignem habet uſum; ita quoque eadem in Micrometria noſtra poterit eſſe utilis. Sed requiritur, ut diviſiones omnes ſint maximâ curâ & induſtriâ deſignatæ. Fiat igitur in tubo eo loco, ubi imagines objectorum pinguntur, apertura ea amplitudine, ut circini aperti crura immitti & extrahi poſſint. Quum igitur objectum aliquod metiri lubet, immittatur in tubum apertus circinus, ac

manu

manu eo uſq; claudatur, donec apices crurum congruant objecti per tubum viſi punctis, quorum diſtantia quæritur: poſthinc non mutata apertura circinus extrahatur, ſcalæ applicetur & particulæ inventæ annotentur, adhibito etiam microſcopica lente, ut partes ſcalæ accuratius haberi poſſint. Hæc igitur, quæ hucuſque recenſui, Micrometra obſervatori rerum cœleſtium ſufficere poſſe ſperamus, ut ex illis ſibi ſeligat illud, quod maxime placet, imo ſi ingenium mediocre accedat, poterit quisque adhuc alia proprio Marte excogitare.

Caput IV.

QUOMODO MICROMETRUM TUBO SIT APTANDUM, UT EJUS OPE ANGULI MENSURARI POSSINT.

§. 1.

SI quis Micrometris hactenus deſcriptis ſaltem uti velit ad deſignandos & delineandos poſitus & ſitus Objectorum per tubum viſibilium ſecundum debitam proportionem, is quidem non opus habet, ut multum de iis, quæ nunc proponemus, ſolicitus ſit; quum autem accurate parvuli anguli ſunt perveſtigandi, (qui primarius Micrometriæ ſcopus eſt) tunc utique longe exactior cura impendenda erit. Primo igitur focus lentis objectivæ, ubi Objectorum procul remoto-

rum imagines pinguntur, cognoſcendus eſt, per ea quæ ſupra tradita ſunt, ut accurate in eo collocetur Micrometrum, hæcque diſtantia Micrometri & vitri objectivi, curioſe & ſedulo notanda eſt in poſterum, ſemperque accurate ſervanda; quamobrem etiam tubi ſimplices utiliores ſunt ſcopo noſtro, quam ii, qui pluribus minoribus ductitiis conſtant, ubi diſtantia illa facile mutatur vel amittitur. Ut enim certa quædam diſtantia lentis objectivæ & Micrometri ſemel ſtatuta, poſthinc ſemper ſervetur, abſolute neceſſarium eſt, quoniam remoto paulo plus, quam par eſt, Micrometro a vitro objectivo, omnes anguli juſto majores, & aliquantulum eidem propius admoto Micrometro, juſto minores invenientur, quod facile ſchemate demonſtrari & oſtendi poteſt.

§. 2. Sit enim F. XXIX. in *a* vitrum objectivum *ab*, vel *ac* diſtantia Micrometri primo aſſumpta & competens, *bac* angulus parvus ope Micrometri menſurandus; ſit porro *bc* apertura Micrometri, cujus ſingulis particulis majoris facilitatis gratia ſingula minuta prima reſpondere ſupponamus. Retrahatur jam paulum Micrometrum a lente objectiva in *fg*. Manifeſto apparet, propter divaricationem radiorum *af*, *ag* majorem fore aperturam Micrometri exceſſu quidem lineæ *bg*: ſed ſi e. g. *ab* vel *ac* ſit partium 3440. qualium apertura Micrometri *bc* ſit 60, quæ particulæ 60 æquipolleant 60. minutis primis; ſit porro *bf* vel *cg*, partium talium 172. Erit propter

pter ſimilitudinem triangulorum *bae* & *fag*, ut *ba*, vel *ac* (3440.) ad *bc* (60) ſic *af* vel *ag* (3612) ad *fg* (63) atque ſic ſi ſingulæ particulæ Micrometri ſingulis minutis primis æquivalent, tria minuta falſo invenientur plura, quam deberent inveniri. E contrario autem ſi Micrometrum 172. partibus propius admoveatur lenti objectivæ in *de*, tria minuta invenientur deficere, & angulus, qui quæritur, falſo judicabitur minor, quam re vera eſt.

§. 3. Exinde etiam liquet, quod Proportio partium Micrometri & arcuum parvulorum circuli, quæ pro tubo aliquo reperta eſt, valeat ſaltem eodem retento vitro objectivo, quodque alia ſit invenienda, quando mutatur vitrum objectivum. Nam ſi ſubſtituatur lens objectiva, quæ ſit minoris convexitatis, ſeu majoris ſphæræ ſegmentum, focus plus diſtabit a lente, & conſequenter plures Micrometri particulæ eidem arcui reſpondebunt; ſi autem aſſumatur lens objectiva minor, focus quoque propior erit lenti objectivæ, & per conſequens pauciores particulæ Micrometri æquipollebunt eidem arcui.

§. 4. Lente vero objectiva retenta, & ſervata debita diſtantia Micrometri & vitri objectivi, pro cujuslibet arbitrio poſſunt mutari vitra ocularia, & modo magis convexa, modo minus convexa pro re nata aſſumi. Cum enim Micrometra collocentur in foco vitri objectivi, apertura Micrometri & ſingulæ ejus par-

ticulæ eadem ratione augentur a vitro illo oculari, quâ etiam objectivo imago & ſingulæ ejus partes augentur: *per §. 15. Cap. II.* nec quicquam huc facit lentis ocularis nunc major nunc minor diſtantia, quæ, prout lens ocularis vel minus vel magis convexa eſt, varia quoque eſſe debet. Idem enim eſt, ac ſi quis longitudinem quandam in charta deſignatam circino metiatur, adhibita nunc lente minus convexa, nunc magis convexa: licet enim per hanc lentem plus augeatur iſta longitudo, per illam vero minus, utrobique tamen idem partium numerus invenietur.

§. 5. Poſſet idcirco, tubo præſertim longiore exiſtente, in foco collocari charta, & immediate applicato Micrometro imago vel diſtantia punctorum quorumvis illius menſurari, ſed conſultius eſt, uti oculari vitro: ita enim longe major, clarior & melius terminata apparebit imago, & accuratius menſurari poterit.

§ 6. Patet etiam Micrometra methodo ſupra tradita haud inſervire commode objectis terreſtribus menſurandis. Objectorum enim propinquorum imagines ope vitri objectivi in majori ab iſto diſtantia, quam procul remotorum pinguntur, & proinde quo propiora ſunt, eo magis elongandus eſt tubus, ut diſtincte illa objecta appareant. Sed ſi proportio partium Micrometri & arcuum circuli aptata ſit objectis diſſitis, e. g. ſideribus, ea non poterit inſervire objectis propinquis

per

per ea, quæ paulo ante §. 2. fuerunt demonſtrata. Imo ſi quis vellet Micrometrum accommodare objectis propinquis, proportio inventa ſaltim apta eſſet ad illa objecta menſuranda, quæ eodem illo intervallo diſtarent.

§. 7. Nunc qua ratione Proportio particularum Micrometri ad arcus circuli inveſtiganda ſit, breviter exponendum eſt. Communiter diſtantiam quandam ſtellarum duarum, quæ nota jam ſit aliunde, vel etiam diametrum ſolis pro norma aſſumi jubent: Sed quantum attinet diſtantias fixarum, tales in hunc diem pauciſſimæ tam certæ ſunt & indubitatæ, ut huic ſcopo inſervire queant, dum error ſæpius aliquot minuta ſuperat; quin &, ſi recentioribus Aſtronomis credendum, diſtantia fixarum, quæ multis retro ſeculis credita fuit conſtans, variat, dum terra ob motum ſuum modo propior, modo remotior illis eſt. Namque *Cl. Flamſtedius diſtantiam ſtellæ polaris a Polo mundi 40. vel 50. ſecund. in ſolſtitio æſtivo majorem deprehendit, quam in brumali, obſervationibus per 7. continuos annos iteratis. Vid. Act. Erud. Lipſ. 1707. pag. 165. Et Prælection. Aſtronom. Whiſtoni, pag. 33.* Solis quoque diameter apparens adhuc adeo certa non eſt: *Ricciolus* ſolis apogæi diametrum ſtatuit 31. min. perigæi $33\frac{1}{2}$. min. *Dn. Auzoutus* illam ſtatuit in Apogæo 31. min. 37. ſecund. l. 40. ſecund. non vero minorem 31. min. 35. ſecund. In Perigæo autem non majorem 32.

min. 45. ſecund, minorem tamen poſſe eſſe aliquot ſecundis. *Th. Streete* in Tabulis ſuis diametrum ſolis Apogæi facit 31. min. 18. ſecund, in Perigæo 32. min. 24. ſecund. Ac porro, ſi quis aliquam harum velit eligere, tempus ſolſtitiorum erit expectandum; alio enim tempore alia erit diameter ſolis apparens. Impedimento etiam eſt motus celer, ob quem diametri transverſæ difficulter obſervari poſſunt.

§. 8. Miſſa ergo hac methodo, aliam proponemus magis accuratam. Inventa & ſtatuta certa quadam diſtantia Micrometri & foci a lente objectiva, tubus parallelus ſtatuatur ſuper Horizontem, & objectum quoddam, cujus extremitates probe diſtingui queant, ante tubum erigatur, eadem altitudine a terra diſtans, qua diſtat tubus, ac eouſque remotum a tubo, ut per hunc viſum diſtincte appareat, ſit quoque illud objectum axi tubi perpendiculare, iſtiusque magnitudinis, ut maximæ præterpropter aperturæ Micrometri reſpondeat. Summa deinceps cura inveſtigetur altitudo vel latitudo Objecti & hujus a vitro objectivo diſtantia in eodem menſuræ genere. Ex quibus duobus datis angulus, ſub quo Objectum ſe videndum exhibet, ſine difficultate erui poteſt, ſi fiat: Ut Diſtantia Objecti a tubi vitro objectivo, ad latitudinem Objecti: Sic Sinus totus, ad Tangentem vel Sinum anguli quæſiti.

Perinde

Perinde enim eſt, ſive Sinus ſive Tangens capiatur: Hæc enim duo, quando anguli grad. I. non excedunt, fere ſunt æqualia, ac arcus vix differunt a lineis rectis. Diductis poſtmodum a ſe invicem Micrometri piñulis, quantum opus eſt, donec iſtæ objecti extremitatibus congruere exacte appareant, particulæ Micrometri ſedulo annotentur; hæ enim angulo ante invento reſpondebunt. Sed datur & alius modus recenſito adhuc planior.

§. 9. Nimirum capienda eſt diſtantia Micrometri a lente objectiva (incluſa etiam hujus craſſitie) in pedibus & horum partibus decimis, centeſimis & milleſimis, ſi placet, aſſumenda deinde, quæcunque libet, apertura Micrometri, & indaganda ejus quantitas in eadem menſura, quod commode ſatis perficitur, ſi pes unus dividatur in 10. partes ſeu digitos, exindeq; conficiatur ſcala modo conſveto, cui deinceps vel immediate Micrometrum applicandum, ut appareat, quot particulæ ſcalæ illi reſpondeant, vel apertura circino exacte capienda, & in ſcalam transferenda, vocato etiam in ſubſidium microſcopio, ut particulæ accuratius determinentur. Calculi poſtmodum trigonometrici auxilio inveniendus eſt angulus, quem ſubtendit iſta apertura, ſi fiat: Ut diſtantia Micrometri, ad aperturam ejusdem: ita Sinus totus ad Tangentem vel Sinum anguli quæſiti. Invento hoc angulo videndum, quot particulæ

ticulæ Micrometri huic angulo reſpondeant, ac ſic habebitur proportio arcuum circularium ad partes Micrometri. Si e. g. apertura Micrometri ſit duodecima pars pedis, & diſtantia Micrometri a lente objectiva 5. pedum, erit angulus quæſitus 1. gr. 8. min. 44. ſecund. Si 10. pedum, ang. 34. min. 23. ſecund. ſi 20. pedum, 17. min. 12. ſecund. ſi 100. pedum, 3. min. 27. ſecund. Quod ſi igitur huic aperturæ unius decimæ pedis reſpondeant 3000. particulæ Micrometri tubo exiſtente longo

pedes			*gr.*	*min.*	*ſec.*	
	5					
	10	angulus	1	8	44	
	20		0	34	23	reſpondebit
	100		0	3	27	

bit 3000. particulis Micrometri.

§. 10. Ratio utriuſque methodi fundatur in ſingulari illa proprietate vitrorum lenticularium, quod nimirum axes conorum luminoſorum in vertice lentium decuſſentur, & propterea angulos æquales conſtituant, ut ſupra *Propoſitione 4. Cap. I.* demonſtratum eſt. Hinc ſiquis velit de veritate utriuſque methodi experimento certior fieri, is utroque modo proportionem iſtam perſcrutari & indagare poterit.

§. 11. Elicita nunc vel alterutra vel utraque via proportione partium Micrometri & angulorum, per Regulam auream inveniri poteſt, quot minuta & ſecunda aliis Microme-

tri

tri partibus æquivaleant, & ſi quis laborem ſuſcipere non recuſet, licebit tabulam exinde conficere, in cujus altera columna ponantur partes Micrometri ab 1. quousque libet; in altera vero anguli reſpondentes. Sed opus hoc erit tædii pleniſſimum: hoc ergo ut ſuperſedere queamus, ſubſtituendi erunt numeris vulgaribus Logarithmi, quibus adhibitis laborioſa multiplicatio in additionem, & diviſio in ſubtractionem convertitur. Sed & hic proponam compendium haud vulgare, quo etiam calculus Logarithmicus dimidio decurtatur. Sed fundamentum ejus primo explicandum eſt.

§. 12. Si dentur duo Logarithmi conſtantes proportionem aliquam deſignantes, alter ſemper erit major altero; minorem igitur vocabimus a, differentiam vero, qua alter ſuperat alterum b, erit ergo major $a + b$. Porro vel major ponitur primo loco, & minor ſecundo; vel vice verſa minor primo loco & major ſecundo: præterea etiam detur alius tertius Logarithmus mutabilis, qui vocetur m vel n, ut exinde inveniatur quartus, erit per naturam Logarithmorum:

$$(1)\ a + b \,.\, a :: m \,.\, m - b.$$
$$(2)\ a \,.\, a + b :: n \,.\, n + b.$$

Unde apparet, in priori caſu, ubi primus Logarithmus major eſt ſecundo, differentiam horum ſubtrahendam eſſe ex tertio dato, ut habeatur quartus, qui

quæ-

quæritur; in ſecundo autem caſu, ubi primus Logarithmus minor eſt ſecundo, differentiam illam tertio Logarithmo addendam eſſe, ut habeatur quartus. In hoc igitur noſtro inſtituto Logarithmus primus denotat partes Micrometri, ſecundus autem ſcrupula graduum. Si ergo (1) plures partes Micrometri reſpondeant paucioribus ſcrupulis graduum, Logarithmus ſecundus ſubtrahendus eſt e Logarithmo primo, & Differentia inventa ſervanda in uſum perpetuum. Quando deinde alius quicunque numerus particularum ejusdem Micrometri obvenit in ſcrupula graduum convertendus, a Logarithmo hujus ſolummodo ſubtrahenda eſt differentia illa, ita reſiduum erit Logarithmus quartus, & numerus huic Logarithmo reſpondens ſignificabit ſcrupula Graduum quæſita.

§. 13. Exemplo res erit illuſtrior; Micrometri mei, quo hactenus uſus ſum, particulæ 2200. reſpondent *31. min. 35. ſecund.* vel *1895. ſecund.* uti comperi per methodos ſupra traditas. Numeri 2200. Logarithmus eſt 33424227. numeri autem *1895. ſec.* 32776092. Subducto igitur minori Logarithmo a majori, Differentia eſt 00648135. quæ Differentia in hoc priori caſu, ubi primus Logarithmus excedit ſecundum, a Logarithmo tertio ſubtrahenda ſemper eſt. Anno 1707. d. 16. Aprilis, paulo antequam initium caperet inſignis illa Lunæ eclipſis, inveni hoc Micrometro diametrum

ſtum transverſam lunæ 2070. particularum: quæritur jam diameter lunæ apparens? Subſtituatur igitur huic numero particularum 2070. Logarithmus 33159703. & ex hoc ſubtrahatur differentia paulo ante memorata 00648135. remanet Logarithmus 32511568, cui in Tabulis Logarithm. numeror. vulg. reſpondent 1783. *ſecund.* ſeu 29. *min.* 43. *ſecund.* pro Diametro lunæ apparenti. Domini Obſervatores Bononienſes eodem tempore eam per Micrometrum invenerunt 29. *min.* 46. *ſecund.* Differentia igitur hic ſaltem eſt 3. *ſecund.* unde patet mirabilis convenientia inter utramque obſervationem ope Micrometrorum factam. Sic *1709. Jan. 29. H. 10. min. 30.* apparebat macula in ſole, quæ diſtabat à proximo limbo orientali ſolis 450. partibus Micrometri; hujus Logarithmus eſt 26532125, a quo ſi ſubtrahatur differentia 00648135, remanet Logarithmus 25883990. cui reſpondent 388. *ſecund.* ſeu 6. *min.* 28. *ſecund.* tot ſcrupulis macula à limbo ſolis eo tempore diſtitit.

§. 14. Si vero (2) pauciores partes Micrometri reſpondeant pluribus ſcrupulis Graduum, Logarithmus primus ſubtrahendus eſt a Logarithmo ſecundi numeri, & differentia prodiens ſervanda, quæ deinde Logarithmo tertii numeri addenda eſt, ut acquiratur Logarithmus quartus. Reſpondeant e. g. 220. particulæ Micrometri 1895. *ſecund.* Prioris ergo numeri Logarithmus erit 23424227.

ſecun-

ſecundi numeri Logarithmus 23776092. Subtracto primo Logarithmo e ſecundo remanet 09351865. Differentia dictorum Logarithmorum. Dentur deinceps 45. particulæ Micrometri ejusdem convertendæ in ſcrupula Graduum, harum Logarithmus invenietur in tabulis 16532125. cui ſi addatur differentia 09351865. prodibit Logarithmus 25883990. notans 388. *ſec.* ſeu 6. *min.* 28. *ſecund.* Malo tamen potius uti priori methodo, ubi plures particulæ Micrometri paucioribus ſcrupulis reſpondent; ita enim angulorum quantitates accuratius invenientur, quod non difficulter impetratur, ſi gradus cochlearum fiant parvi ſatis, vel ſi hi paulo ſint majores, licebit Peripheriam orbis orichalcei in quater centum particulas, & ſingulas partes majores indicis lateralis ſeu prominentis ab in quatuor alias partes dividere, ut ſingulis quadrans unus diviſus in 100. particulas minores æquipolleat. Arbitror itaque, me his ſatis perſpicue expoſuiſſe, quomodo partes Micrometrorum in ſcrupula graduum ſint convertendæ, & quidem ejusmodi methodo, qua facilior hactenus a nemine, quod ſciam, fuit propoſita. Quilibet igitur perſpiciet, quantum & hic Logarithmi, accedente præſertim illo compendio, utilitatem habeant, quorum uſus in calculis abbreviandis eſt alioquin celeberrimus.

CAPUT

Caput. V.

MICROMETRUM EXTRA TUBUM USURPANDUM EXHIBET.

§. 1.

Quæ hactenus deſcripſimus Micrometra ſolummodo tubis applicari poſſunt, qui duo vitra habent convexa, alterum objectivum majoris ſphæræ ſegmentum, alterum vero minoris; & præterea non alibi quam in loco imaginis adaptari queunt intra tubum. Nunc quoque dabimus deſcriptionem Micrometri diverſæ indolis; nam omnibus promiſcue tubis, cum iis, qui gaudent vitris convexis vel duobus, vel tribus, vel quatuor, tum & his, quorum objectivum eſt convexum, oculare vero concavum, adhiberi poteſt, & extra tubi cavitatem, & quidem qualibet diſtantia ab oculo affigitur. Eſt vero ſtructura illius facillima, quippe tantummodo Fig. XXX. tabula quædam lignea ad tubum perpendicularis *a b c d* arbitrariæ magnitudinis tubo affigenda, in qualicunque placuerit, ab oculo diſtantia, ea tamen, ut manu exerta attingi poſſit, cui agglutinanda eſt cerâ papyrus candida, in qua rubrica vel molybdæna depingatur, quod per tubum ſpectatur. Tubi parti anteriori applicanda eſt trabecula quædam *ef*, in qua ſit foramen *g* tantum in transverſum ab apertura anteriori diſtans, quantum

a ſe diſtant obſervatoris oculi, itaque alter admoveatur tubi aperturæ, alter autem foraminulo *g*, quod ineſt trabeculæ. Tum vero, quod oculus tubo admotus videt Objectum, alter in tabulam *a b c d* refert, idque eam ob cauſam, quod a teneris aſſvevimus axes oculorum ita dirigere, ut unum Objectum binis oculis ſimplex videamus. Offeretur itaque Objectum per tubum viſum, ac ſi tabulæ incumberet, in qua expedita manus illud haud difficulter imitabitur eo quidem felicius, ſi ſuſtentaculo quodam innixa ſit. Hoc Micrometro commode ſatis ſitus parvularum ſtellarum, per tubos ſaltem conſpicuarum, deſignare licet, quod aliis Micrometris tam cito fieri nequit, depingi etiam poſſunt maculæ in planetis apparentes, Saturni annulus, faſciæ & ſtriæ Jovis, Martis &c. Inſervit idem angulis quoque capiendis, ubi tamen & diſtantia vitrorum omnium cum inter ſe, tum & ab oculo, nec non foraminis *g* & tabulæ *a b c d* ſtudioſe eſt ſervanda.

§. 2. Ut ergo angulis dimetiendis aptum fiat, ſtatuendum eſt aliquod Objectum ante tubum ad ſufficientem diſtantiam, deinde illius Objecti diſtantia ab oculo accurate cognoſcenda, ſicut & iſtius Objecti magnitudo, & ex his duabus angulus, ſub quo apparet objectum, trigonometricè inveſtigandus, tum applicandus alter oculus tubi orificio, alter vero foraminulo *g*. & accurate ſpatium añotandum, quod objectum per tubum viſum & ad tabu-

tabulam relatum occupat; hoc ſpatium poſtmodum in quotcunque partes dividendum, v. g. in 1000. quæ particulæ, reſpondebunt angulo ante invento, ex quibus deinde notis artificio ſuperius tradito alii anguli poterunt erui.

§. 3. Vel, quod magis probo, ſpatium illud, in tabula annotatum, dividatur in tot particulas, quot ſcrupula grad. ante fuerint inventa; ita enim ſingulæ particulæ Micrometri ſingulis reſpondebunt ſcrupulis, ut nullo plane calculo opus ſit: Sit e. g. angulus inventus 9. *min.* 10. *ſecund.* ſeu 550. *ſecund.* Divido proinde ſpatium illud tabulæ Objecto reſpondens in 550. Si poſthinc in alia obſervatione inveniam v. g. 100. particulas in tabula, concludo angulum, ſub quo Objectum apparet, eſſe 100. *ſecund.* ſeu 1. *min.* 40. *ſecund.*

§ 4. Habet inſuper hoc Micrometrum adhuc alium uſum ad cognoſcendum, quoties teleſcopium quodlibet Objectum augeat. Adſpiciatur videlicet quodcunque Objectum per tubum, & quæratur angulus, ſub quo apparet, methodo, qualicunque placet; capiatur etiam ſpatium, quod illud objectum per tubum viſum in tabula Micrometrica occupat; capiatur deinde etiam diſtantia tabulæ a foramine g, calculo trigonometrico ponendo; *Sicut diſtantia tabulæ & foraminis* g, *ad dimidium ſpatii, quod Objectum in tabula comprehendit: ſic Sinus totus ad tangentem alicujus anguli, cujus duplum eſt angulus auctus, dividendus per angulum primo aſ-*

ſumptum, numerus prodiens indicabit, quoties Objectum per tubum augeatur.

§. 5. Contra etiam dato angulo, ſub quo Objectum nudis oculis conſpectum apparet, & vi tubi augendi Objecta, nota inſuper tabulæ diſtantia a foramine *g* vel oculo, licet invenire, quantum ſpatium Objectum in tabula occupaturum ſit. Accipiatur enim angul⁹ viſionis tantuplo major, quantuplo augetur a tubo, tum fiat: *Ut ſinus totus ad Tangentem dimidii hujus anguli aucti: ſic diſtantia tabulæ ab oculo ad dimidium latitudinis Objecti ad tabulam relati.* E. g. ſit tubus, qui centies augeat Objecta, ſit datus aliquis angulus v. g. 48. *ſec.* ſub quali apparet diameter Jovis in diſtantia media. Per tubum ergo Jupiter apparebit ſub angulo centuplo majori ſc. 1. *gr.* 20. *min.* cujus dimidium eſt ang. 40. *min.* Sit diſtantia tabulæ Micrometricæ 2. ped. (qualis commodiſſima videtur) vel 24. dig. Igitur 10000000. dant 16361. Tang. ang. 40. *min.* quid dant 24. dig. f: $\frac{2792664}{10000000}$, cujus duplum eſt $\frac{5585328}{10000000}$. ſive paulo plus quam dimidium unius digiti. Orbis proinde Jovis depingetur in tabula tantus, quantum Figura XXXI, monſtrat.

Caput VI.

OBJECTIONES DILUIT.

§. 1.

NIhil tam firmo ſtat talo, quod adverſariorum objectionibus non ſit expoſitum, nec

nec quicquam adeo rationibus & experientiis ſtabiliri poteſt, quin ſubinde dubia quædam & objectiones, quæ illud ſæpius ſubvertere videantur, afferri queant: præcipue vero inventa nova, quo majoris ſunt momenti, eo magis oppugnantur. Solet enim vulgo omne novum eſſe ſuſpectum, & ut *Lucretius* ait *lib. II.*

Nequaquam facilis res ulla eſt, quin ea primum
Difficilis magis ad credendum conſtet.

Similem quoque fortunam Micrometra ſubire coguntur. Licet enim Mathematici magnæ famæ iis nunc utantur, erunt tamen qui nonnulla dubia contra Micrometriam afferent. Sed ea omnia, quæ opponentur, reſpicient vel Micrometra ipſa, vel tubos, quibus illa applicantur.

§. 2. Primo igitur in Micrometris reprehendi poſſet, quod lineæ rectæ ſumantur pro arcubus curvilineis; non enim rectis lineis, ſed arcubus determinari angulos, hinc licet Micrometrum accurate in partes æquales ſit diviſum, illis tamen non reſpondere æquales angulos, ſed operatione ſecundum regulam proportionum inſtituta, majori exiſtente illius apertura, angulos juſto majores prodire, quod Fig. XXXII. facile oſtendi poteſt. Sint enim *b c*, *c d* partes Micrometri æquales; quod ſi jam inferre liceret, ut *b c* ad *b d* ſeu 1. ad 2.; ſic angulus *b a c* ad ang. *b a d*, ita ut angulus *b a c* ſit æqualis angulo *c a d*, tum utique ſalva res eſſet. Veruntamen licet portio-

nes *bc* & *cd* ſint æquales, non tamen exinde ſequitur, angulos ſubtenſos *bac* & *cad* quoque æquales eſſe; angulus nimirum *bac* major eſt angulo *cad*, quod ſic demonſtratur. Producatur *ab* usque in *e*, ita ut *ae* æquetur *ab*, junganturque quoque puncta *e* & *d* linea recta: ſic propter ſimilitudinem triangulorum *bac*, *bed*, lineæ *ac* & *ed* erunt parallelæ per *VI. 2. Eucl.* Erit igitur angulus *aed* æqualis angulo *bac* per *I. 29. Eucl.* angulus vero *ade* æquatur angulo *cad* per idem *I. 29. Eucl.* quod ergo de angulis *aed* & *ade* demonſtratur, idem quoque dici poteſt de angulis *bac* & *cad*. Jam vero in triangulo *aed* latus *ae* æquatur *ab*. Latus vero *ad* majus eſt linea *ba*, quia in triangulo rect. *abd* ſubtendit angulum rectum per *I. 19. Eucl.* Quia igitur *ba* = *ae*, in triangulo *ade* latus *ad* majus ſubtendit angulum *aed* majorem angulo *ade*, qui ſubtenditur a latere minori *ae* per *I. 18. Eucl.* Proinde quoque angulus *bac* = *aed* major erit angulo *cad* = *ade*. Q. E. D.

§. 3. Veruntamen hæc objectio tum demum locum habebit, quando anguli fuerint majores, v. g. aliquot graduum; ſed anguli, quos Micrometris metiri ſolemus, gr. 1. vel plane non, vel non multum excedunt. Arcus vero, quibus metimur angulos minores a o. usque ad gr. 1. ſenſibiliter non differunt a lineis rectis, quod patet facile inſpiciendo tabulas Sinuum & Tangentium. Nulli non cognitum, ſinus angulorum ſemper mi-

nores

nores eſſe Tangentibus eorundem, arcus vero reſpondentes ſemper intermedio loco ſe habere, h. e. ſemper quidem Sinibus eſſe majores, Tangentibus autem minores. Jam vero poſito radio partium 10000000. anguli 1. *min.* Sinus reperitur in tabulis 2909. Tangens quoq; hujus anguli totidem eſt particularum, igitur quoque arcus, quippe intermedius, poterit nec major nec minor eſſe. Porro anguli gr. 1. Sinus eſt 174524. Tangens paulo major 174551. arcus reſpondens, talium particularum 174533. Nam ſuppoſita diametro circuli cum *Vieta* & *Ludolpho a Ceulen* partium 10000000, erit peripheria circuli 31415926—, & poſita ſemidiametro part. 10000000. erit peripheria 62831853. quâ diviſa per 360. prodibunt 174533. particulæ competentes arcui gr. 1. Quis igitur non videt quantulum ſit diſcrimen inter Sinum, Arcum & Tangentem gr. 1? Si vero radius ſtatuatur 100000. Sinus, Arcus & Tangens erunt æquales, partium videlicet 1745. Erunt igitur Sinus vel Tangentes ejusmodi angulorum parvulorum quam proxime angulis, quos ſubtendunt, proportionales, & tanto magis, quanto minores ſunt anguli.

§. 4. Si tamen quis minutias conſectari ac errores quoque hos inſenſibiles evitare velit, is ſequenti modo procedat. Reducatur diſtantia Micrometri a lente objectiva in tales partes, in quales Micrometrum diviſum eſt; e. g. ſi diſtantia Micrometri & lentis

objectivæ ſit 10. ped. ſ. 100. pollicum, apertura Microm. 1. pollicis, cui reſpondeant v.g. 2000: part. fiat ut 1. poll. ad 2000. part. ſic 100. poll. ad 200000. Inventa diſtantia hac in particulis Micrometri, cuicunq; alii aperturæ Micrometri competens angulus inveniri poteſt exactiſſime, ſi fiat; Ut diſtantia lentis objectivæ & Micrometri, ad dimidium particularum Micrometri: ſic Sinus totus ad Tangentem dimidii anguli quæſiti. Hoc artificio adhibito Micrometra etiam accommodari poſſunt tubis brevioribus ad angulos etiam majores menſurandos, & quidem ſine ullo errore metuendo. Nam ſi diſtantia lentis object. & Microm. ſit trium pedum, apertura Micrometri $\frac{1}{10}$ pedis, ea comprehendet 1. gr. 54. min. ſi vitrum oculare tam amplum ſit, ut pollicem unum complectatur, qualia vitra haud difficulter haberi poſſunt.

§. 5. Opinor primæ objectioni ſatisfactum eſſe; videamus nunc aliam, quæ formari poſſet contra fabricam Micrometrorum eorum, quorum partes principales ſunt cochleæ. Dicent enim adverſarii, talibus diviſionibus fidere nimis lubricum eſſe; ſupponi enim, ſpirarum diſtantias ubiq; exacte æquales eſſe, qualis tamen ἀκρίβεια ſperari non poſſit. Sed reſpondeo hoc ipſum levi artificio impetrari poſſe, modo mediocris ſaltem cura adhibeatur. Inſtrumentum enim exciſorium, quo cochleæ formantur, cylindro, qui

Fig: XXIX.

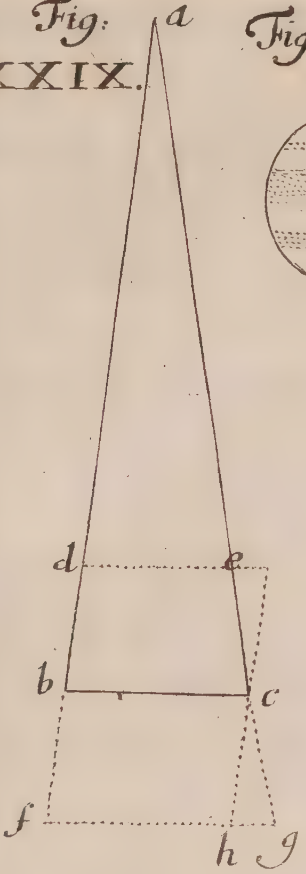


Fig: XXXI.

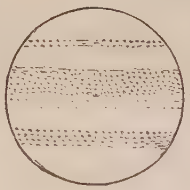


Fig: XXX.

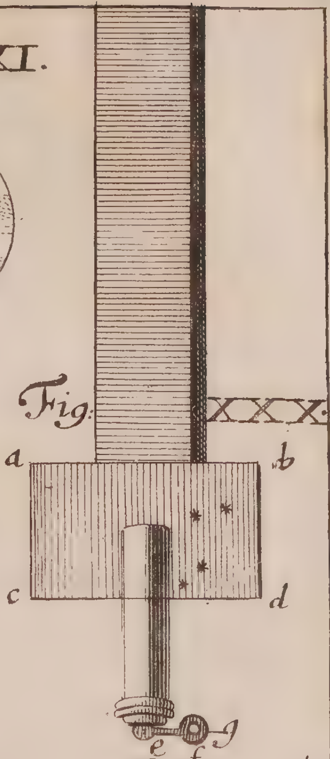


Fig XXXIII.

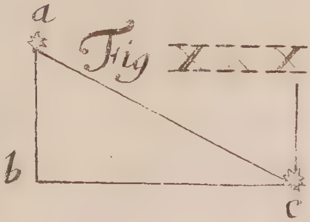
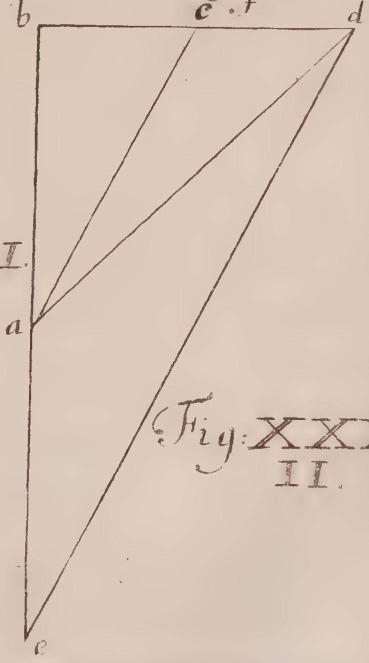


Fig: XXXII.



qui circumgyrando adigitur, non alias ſpiras incidere poteſt, quam tales, quales ipſum habet, quæ ſpiræ, licet primo non ſint ſatis æquales, crebriori tamen circumgyratione corriguntur. Nullus igitur ex hoc metuendus erit error, modo eæ cautelæ, quæ ſupra propoſitæ ſunt, obſerventur.

§. 6. Tertio objici poſſet, quod, licet diviſiones omnes micrometricæ ſint ſummè exactæ, fieri tamen poſſit, ut diſtantia quædam menſuranda falſo minor inveniatur quam re vera eſt, ſi nempe diſtantia menſuranda obliquos cum pinnulis aut pilis Micrometri angulos conſtituat, ut ſi e. g. diſtantia quædam duarum ſtellarum *a* & *b* Fig. XXXIII. ſit invenienda. Nam licet utraque ſtella ſtringatur pinnulis, non tamen vera diſtantia *a b* ſed minor *c b* invenietur, ac ſic error haud parvus committetur. Sed repono, hunc errorem evitari non difficulter ſuperaddito in Micrometro Heveliano pilo illo, pinnis perpendiculari, transverſo, deſignante diſtantiam veram pinnularum, in meo autem, obſervata ipſa cochlea, quæ vicem perpendiculi gerit.

§. 7. Sed pergo ad alias objectiones, quæ forſitan majoris momenti videbuntur; quidam enim, quarto, culpa vitrorum angulos accurate menſurari non poſſe, dicent; vitra Objectiva, quo majora, eo difficilius expoliri, hinc ſæpius ineſſe foveas; nec non figuram debitam depravari; item ratione materiæ, non omnes partes vi-

tri eodem modo refringere lumen, ineſſe interdum grana, bullulas, venas, quæ omnia ſcopo noſtro poſſint impedimento eſſe. Sed ſciendum, quod ſi recenſita vitia in vitris objectivis ſint extantiora, tunc vel plane nullam, vel ſaltim confuſam imaginem exhiberi, in utroque autem caſu ejus farinæ lentem tubo prorſus ineptam eſſe. Rejiciendi igitur ſunt tubi, per quos diſci planetarum non bene terminati, ſed quaſi per circumfuſam nebulam apparent. Quando vero vitia lentis objectivæ non enormia nec nimis multa fuerint, ea non multum nocebunt imagini; poteſt enim fieri, ut radii vitioſe refracti in imaginem non incidant, ſed ad tubi latus abeant; interim tamen præſtantiſſima vitra, quæ haberi poſſunt pro tubis conficiendis eligantur. Nam quo diſtinctior & perfectior eſt imago, eo accuratior quoque futura iſtius eſt dimenſio.

§. 7. Sed inſtet aliquis quinto dicatque, multas difficultates Micrometriæ oriri ex lentibus ocularibus; namque lentes concavas Micrometra plane non admittere, ſi vero convexis utamur, & quidem debilioribus, Objecta non multum augeri, etiamſi tubus ſatis ſit longus, & ſic errores committi, quoniam quæ parva ſunt, difficilius menſurari queant; ſed ſi fortiora vitra objectiva uſurpentur, magis quidem augeri Objecta, ſed ſi minora ſint, parvum ſpatium illis comprehendi: quod ſi vero ampliora & craſſiora exiſtant eadem, multa quidem Objecta ſimul

vide-

videri, ſed diſtracta & difformata. Hæc enim eſt natura lentium valde convexarum, ut quæ per medium illarum videntur, minus aucta appareant, quam ea, quæ prope limbum ſpectantur, unde non poteſt non difformari Objectum, quod is facile deprehendet, qui literas per talem lentem multum convexam intuebitur. Idem quoque eveniet, ſi tale vitrum convexum intra tubum collocetur. Licet enim ea, quæ per medium vitri ſpectantur, qualitercunque figuram ſuam debitam retineant, reliqua tamen, quæ in partibus lentis a centro remotis videntur, quo propiora ſunt limbo, eo magis diſturbantur. Objiciet igitur adverſarius, nil certi per Micrometra tubis applicata, licet cæteroquin exactiſſima ſint, concludi poſſe. Hæc ſane objectio prima fronte totum Micrometriæ fundamentum ſubruere videtur. Quod quidem concernit Micrometrum illud novum extra tubum adhibendum capite 5. propoſitum, fateor, in hoc tranſire etiam vitia a lente oculari oriunda, quia in tabula Micrometrica Objecta ita deſignantur, ut per utramque lentem repræſentantur, & hanc ob cauſam Micrometra talia reliquis ſunt inferiora; licet tamen quodam modo etiam evitare hoſce errores, ſi exiguos ſaltim angulos e. g. non majores 10. *minut.* iis metiamur, & tubos ita ſtatuamus, ut objecta per medium lentis ocularis videantur, & illa majoribus tubis ſolummodo adhibeamus, qui lentes oculares poſcunt non valde con-

convexas, imo porro ſi loco unius lentis ocularis utrinque convexæ, adhibeantur duæ plano-convexæ, ita jungendæ, ut in medio ſuperficiei convexæ ſe tangant. Ita enim æqualiter augebuntur Objecta. Hoc inventum debemus *Euſtachio Divino*, de quo videri poteſt *Honorat. Fabri in Synopſi Opt.* Quod autem attinet Micrometra, quæ intra tubos adhibentur, ſalva res eſt; eorum enim longe diverſa eſt ratio. Nam iſta applicantur immediate imagini, quæ a vitro objectivo per refractionem formatur, quæ ſi bona eſt & diſtincta, ſingulas illius partes Micrometri pinnulis aut pilis, non aliter ac imaginem in charta depictam circino, dimetimur. Si nunc ſuperaddatur lens ocularis convexa, hæc imaginem augebit ſimul & Micrometrum eodem modo. Licet igitur vitrum oculare difformet imaginem, nullus tamen hinc error proveniet, cum Micrometrum eodem modo difformetur. Hinc nec neceſſarium eſt, ut Objectum in medio tubi adſpiciatur vel pinnulæ Micrometri æqualiter ab axe teleſcopii diſtent, quoniam nimirum anguli, quos imago ſubtendit, æquales ſunt illis, quos ipſum Objectum viſibile ſubtendit, ut ſupra *Propoſit. 4. Cap. I.* demonſtratum eſt. Sive igitur Objecta prope axem, ſive paulum inde remota metiamur, perinde eſt. Sic ergo & huic dubio, quod maximi momenti eſſe videbatur, ex aſſe ſatisfactum eſſe credo.

CAPUT

Caput. VII.

IMPEDIMENTA REMOVENTUR.

§. 1.

SUperſunt quædam impedimenta, quæ Micrometriam difficilem reddunt, quibus proinde remedia ſunt invenienda. Ac primo quidem certum eſt, vitra objectiva, quo majorem imaginem exhibent, tanto aptiora eſſe Micrometriæ. Sed ejusmodi vitra longos quoq; tubos & multum apparatum requirunt, unde tamen valde intractabiles evadunt. Cogitatum eſt dudum de remediis. *Hugenius in Act. Erud. Lipſ. anno. 1684. pag. 363. ſeq.* propoſuit modum teleſcopia tubi molimine liberandi. *In iisdem Actis anno 1707. pag. 419. commemoratur*, Dn. Campani, *qui ob inſignem lentes teleſcopicas exactiſſimè elaborandi artem jam ab anno 1664. famam maximam conſecutus eſt, affirmare, ſe novum reperiſſe artificium idem præſtandi, ſed diverſum ab illo, tam facile ac ſimplex, ut una perſona omnem apparatum huc requiſitum de loco in locum commode transferre queat, quantacunque ſit lentium longitudo. Aſt inſigne hoc inventum non publicaturus eſt, niſi ſoluta a Principe quodam certa pecuniæ ſumma.* Sed cum de arcano iſto nondum conſtet, licebit mihi proferre, quæ circa hanc rem haud ita pridem commentus ſum. Nota ſunt in vulgus etiam Polemoſcopia, ſive teleſcopia retorta

vel anguloſa, quæ præter lentes recipiunt quoque ſpecula plana, ut ſic radii non modo refringantur, ſed & reflectantur. Specula quoq; plana ad tubos alioquin longos, multo breviores reddendos, uſui eſſe poterunt, & quidem ſi duo ſpecula plana nitida & probe lævigata adhibeantur, horum beneficio tubus ſubtriplus longitudine efficietur. Cognoſcatur primo diſtantia foci lentis objectivæ, hujus ergo capiatur tertia pars, ac ea longitudine conſtruatur tubus, eo modo, quem Fig. XXXIV. deſignat. Sit in *a* apertura altera tubi, quæ Objectis obvertitur, munita lente objectiva; in *b* collocetur ſpeculum planum, parumper inclinatum ita, ut radii illapſi ab hoc ſpeculo reflectantur ad ſpeculum *c*, quod priori ſpeculo parallelum eſſe debet, ut radii illapſi reflectantur ad lentem ocularem *d*, indeque porro ad oculum in *e*, e re quoque erit, ſi tubus duobus diaphragmatibus diſtingvatur *f g*, *h i*, ne radii confundantur; illa tamen hujusmodi ſint longitudinis, ne radiorum tranſitus a ſpeculo *b* ad ſpeculum *c* præpediatur. Specula non modo perfectè expolita, ſed & exactiſſime plana ſunto; Si enim lævitas defecerit, imago obſcurabitur, ſi planities haud exacta fuerit, diſtracta & confuſa vel nulla erit imago. Specula quoque chalybea utiliora erunt vitreis, quoniam hæc geminam ut plurimum imaginem, illa vero ſimplicem exhibent. Hoc igitur artificio tubus v. g. 60. pedum reddetur ſaltim 20. pedum

Fig: XXXIV

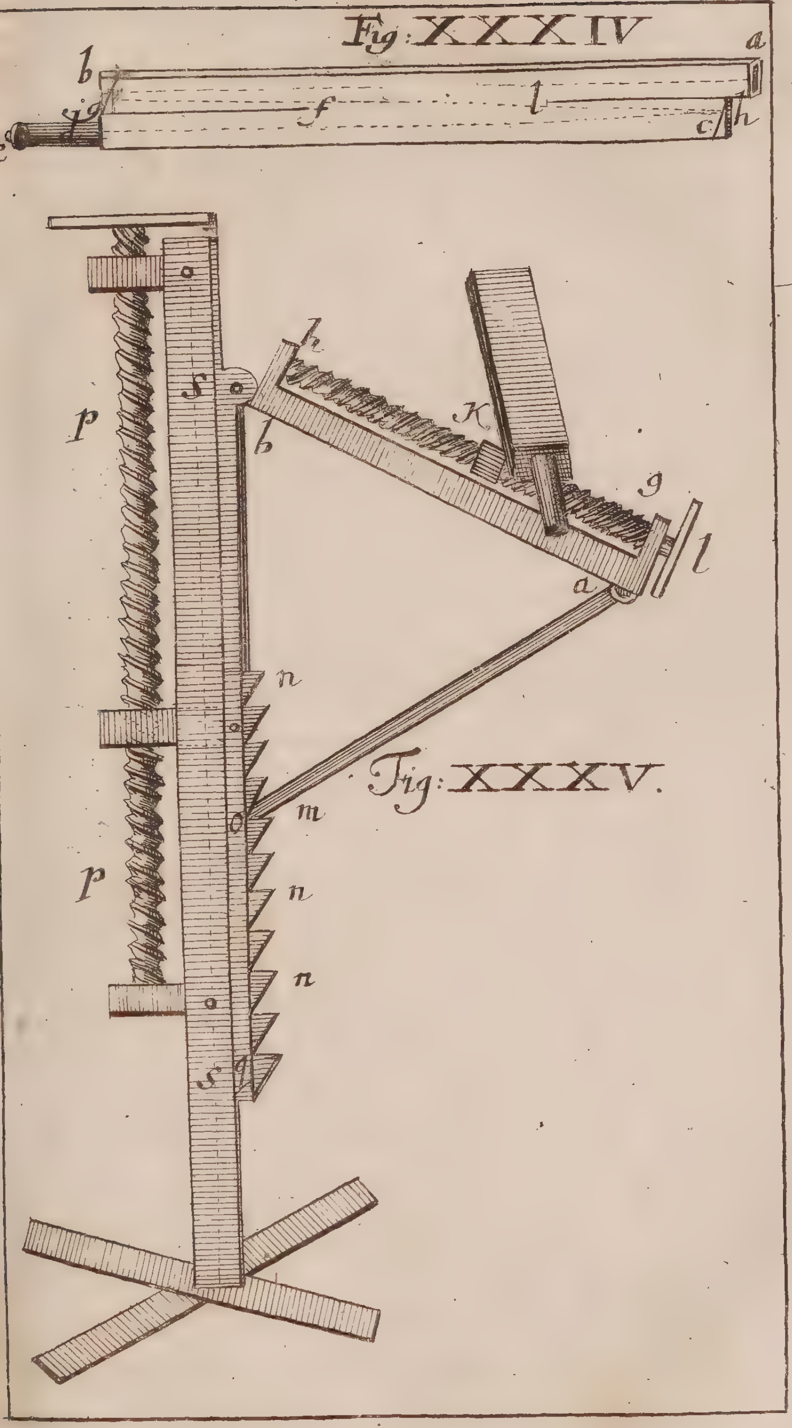


Fig: XXXV.

pedum, qualis longitudo obſervatori nullo modo obeſſe poteſt.

§. 2. Impedimento quoque eſt motus ſyderum (ſive verus ſive apparens ſaltim ſit.) Terreſtria quidem Objecta expedite licet Micrometris metiri, utpote immobilia; ſed alia ratio eſt cœleſtium. Objecta enim iſta, quorum diſtantia invenienda eſt, motu illo ab Oriente in Occidentem abripiuntur & ſubducuntur citius, quam fieri poteſt illarum dimenſio ope Micrometri. Remedium hujus incommodi peti debet a fulcimentis. Licet vero mei inſtituti non ſit machinas deſcribere pro erigendis, dirigendis ac gubernandis tubis, non poſſum tamen, quin mentionem faciam fulcri, quod noſtro ſcopo haud alienum mihi videtur. Fig. XXXV. *a b* eſt brachium ligneum utrinque articulatum & intra axes *a* & *b* mobile: prope hujus extremitates ſunt duo retinacula, intra quorum foramina libere circumgyratur cochlea *g h* cum matrice *k* cui tubus incumbit atque affigitur. Circumgyrata ergo cochlea ope manubrii *l*, promovetur quoq; matrix cum innitente tubo, *a m* eſt fulcimentum, quod ſuſtinetur parte *m* inferiori crenis *n*, *n*, *n*, trabeculæ *b o o*, ut hujus beneficio brachium, *a b* cum cochlea, *g h*, elevari vel deprimi poſſit, & tubus circumgyratione cochleæ *g h* eadem via procedat, qua movetur Objectum. E re quoque erit, ſi trabecula *b o o*, adeoque totum triangulum *a m b*, intra columnam excavatam *s s* mobile ope cujus-

jusdam cochleæ *pp* attolli & demitti pro re nata queat. Denique adhuc reſtat pes fulcri, qui crucem referre poteſt; huic ſubdere licet quoque quatuor rotulas, ut ſine moleſtia totum fulcrum de loco in locum promoveri queat.

Caput VIII.

MICROMETRUM SYDERUM OBSERVATIONI SOLUMMODO DICATUM PROPONIT.

§. I.

SUperaddimus hic Micrometrum quoddam obſervationibus aſtronomicis unice inſerviens. Micrometrum hoc iſtud habet ſibi peculiare, quod, cum motus ſyderum hactenus deſcriptis Micrometris impedimento ſit, huic motus ita neceſſarius ſit, ut ſine eo nihil omnino præſtet. Conſtructio facillima & ſimpliciſſima eſt. Nullis hic opus cochleis, indicibus aut alio apparatu: conſtat enim tantummodo filis aut pilis ad angulos rectos & ſemirectos ſeu 45. gr. ſe interſecantibus, intra annulum quendam firmatis, ne ſitum mutent.

§. 2. Fig. XXXVI. tale Micrometrum refert: *fbgchdea* eſt annulus vel ligneus vel metallicus, tantæ magnitudinis, quanta tubo congruit: *ab*, *bc*, *cd*, *da* ſunt quatuor fila, quæ ita diſpoſita ſunt intra annulum, ut quadra

dratum efforment. Porro *ac*, *bd* ſunt duo fila etiam ad angulos rectos ſe interſecantia & quadrati diagonales conſtituentia; denique adſunt duo alia fila *fh*, *eg*, quæ ſe interſecando quadratum *abcd* in quatuor quadrata minora æqualia dividunt; itaque tota circumferentia circuli per quatuor fila *fh*, *bd*, *ge*, *ca* dividitur in 8. partes, ut ideo ſinguli arcus intercepti ſint 45. *gr.* Annulus hic una cum filis collocandus eſt, uti alia Micrometra, in foco communi lentis utriusque: non tamen hic requiritur, ut diſtantia a lente objectiva adeo ſtrictè ſervetur, ſufficit, ſi fila per oculare vitrum diſtincte appareant. His factis tubus imponendus fulcris, ita fabrefactis, ut in quamcunque libet, plagam dirigi, & in quolibet ſitu ita firmari poſſit, ut ne minimum quidem vacillet. Sic præparatus tubus aptus exiſtit ad indagandas differentias Aſcenſionum rectarum atque declinationum, ſi inſuper ad manus ſit horometrum accuratum, ſcrupula temporis minora demonſtrans. Horologia pendulis inſtructa huic ſcopo accommoda præcipue ſunt, quæ & minuta prima & ſecunda non indicibus ſolum, ſed & poſteriora illa etiam oſcillationibus penduli deſignant. Deinceps autem tubulus ille, cui annulus hic ineſt, ita circumducendus, ut ſtella aliqua ſecundum longitudinem cujuscunque fili decurrat, obſervato ſedulo tempore, quo ſtella ad centrum annuli *i* pervenit. Atque ſi ſupponamus

ſtellam juxta tractum fili *eg* progregi, obſerventur alia temporis momenta, quibus aliæ ſtellæ ad fila obliqua *ac* vel *db* appellunt, nec non, quum eædem ſtellæ deveniunt ad filum erectum *fh*, quod circulum horarium refert, quemadmodum filum *eg* Æquatorem vel ejus parallelos repræſentat. Stellæ, quæ eodem temporis puncto ad filum erectum *fh* perveniunt, earum nulla eſt differentia Aſcenſionis, quæ vero ſtellæ immoto manente tubo ſucceſſive filum transverſum *eg* radunt, eandem habent Declinationem.

§. 3. Differentia vero Aſcenſionis, ſi qua ſit, ea deducenda eſt ex differentia temporum, quibus diverſæ ſtellæ ad filum erectum *fh* perveniunt, differentia autem Declinationis eruenda eſt ex intervallo temporis, quod ſtella aliqua inſumit, dum a filo quodam obliquo *ac* vel *bd* ad rectum *fh*, vel contra procedit. Fingamus e.g. ſtellam aliquam progredi ſecundum lineam $\alpha\varkappa$, dum alia quæpiam progreditur ſecundum filum transverſum *eg*: dico ſtellam decurrentem juxta lineam $\alpha\varkappa$ eodem tempore ex $\varkappa$ in α perveniſſe, quo ex *i* in $\varkappa$ perveniſſet, quod ſpatium $i\varkappa$ refert differentiam declinationis, cum linea $i\varkappa$ æquetur $\alpha\varkappa$. Eſt enim triangulum *aki* rectangulum & iſoſceles ſimul, quoniam eſt dimidium quadrati *amik*, & idcirco $ak = ik$. Eſt jam $\alpha\varkappa$ parallela lineæ *ak* per hypotheſin; igitur in triang. *kai* ang. *kai* æqualis eſt

eſt ang. $\kappa\alpha i$ in triang. $\kappa\alpha i$, & ang. rectus aki, $=$ ang. $\alpha\kappa i$ per *I. 29. Eucl* ſed angulus aik utrique angulo communis eſt; igitur æquiangula ſunt duo iſta triangula & latera habent proportionalia per *VI. 4. Eucl.* Proinde ut ak ad ki; ſic $\alpha\kappa$ ad κi; at vero ak æquatur ki; ergo & $\alpha\kappa$ æqualis κi. Q. E. D.

§. 4. Sed ut ex datis iſtis temporum differentiis, differentia Aſcenſionis rectæ & declinationis, diſtantiæ apparentes ſtellarum, diametrique apparentes ſyderum deducantur, paulo major attentio adhibenda; plura enim hic concurrunt, quæ omnia haud levis ſunt momenti.

§. 5. Ac primo quidem reſpicienda eſt menſura, qua utimur in metiendo tempore. Licet enim tempus unum ſit idemque, qua totus patet mundus; menſura tamen ejus poteſt eſſe diverſiſſima: nulla tamen commodior & certior videtur ratio diſtinguendi & metiendi temporis eſſe, quam per motum ſyderum ſive apparentem ſive verum. Nulla enim humano ingenio poteſt excogitari machina adeo exacta & ſtabilis, quæ perinde ut ſydera motu, vices temporum deſignet; ac ſi vel maxime parari poſſet, ſaltem uni, aut paucis, non vero omnibus inſerviret. Nullius vero ſyderis motus tam aptus huic ſcopo terricolis, quam motus ſolis apparens, qui quidem licet potius terræ quam ſoli adſcribendus ſit, fingamus tamen doctrinæ gratia, ſolem perenni motu cieri, eoque duplici,

motu videlicet proprio ſeu annuo, quo totam eclipticam peragrat, qui motus fit ex occidente in orientem; atque una talis revolutionis periodus nobis eſt annus ſolaris. Secundus motus hoc multo velocior eſt & contrarius, ex oriente in occidentem, qui motus primus vocatur, quo omnia ſydera circumrotari arbitramur. Hic etiam motus terræ competit, ac vocatur motus vertiginis terræ, vel circa centrum; eo motu diem metimur, ac ſpatium hoc in 24. partes æquales dividimus, quas ſingulas horas appellamus. Initium hujus capimus a Meridiano, ibique etiam finimus. Quando igitur nobis ſol apparet in Meridiano, diem finimus, & novum inchoamus.

§. 6. Sed obſervandum probe, quod licet Æquatoris terreſtris grad. 360. uni circumvolutioni ſolis, ſeu uni diei reſpondeant, plures tamen gradus Æquatoris cœleſtis, quam 360. Meridianum ſpatio tali diurno tranſire, quoniam nempe, dum ſol in occidentem cum cæteris ſyderibus circumvolvi videtur, paulatim quoque contraria via in Orientem S. S. S. apparenter prorepit. Hinc retardatur imaginarius motus ſolis in Occidentem, tanto quidem magis, quanto celerior eſt motus ſolis S. S. S. in Orientem. Stellæ igitur fixæ (quibus motus proprius in Orientem tantillo temporis fere nullus imputari poteſt) citius perveniunt quotidie ad Meridianum, ac unam circumvolutionem abſol-

abſolvunt, nempe 23. *hor.* 56. *min.* 3. *ſec.* 27. *tert. diei ſolaris*, quod ſpatium temporis poteſt dici dies ſydereus. Hic revera nullus alius eſt, quam ipſius terræ circa proprium centrum, relatus ad punctum quoddam in cœlo immobile, & ſtatuitur a plerisque uniformis & æquabilis ſive terræ in perihelio, ſive in aphelio ſit: Si proinde horologium quoddam ad hunc motum diſponeretur, ut dicto tempore certum aliquem numerum oſcillationum perficeret, eodem in menſurandis differentiis Aſcenſionum rect. ſtellarum fixarum, & planetarum, quorum motus proprius tardior eſt, uti poſſemus. Sed plures difficultates in hoc perficiendo ſe offerunt, quarum præcipua hæc eſt, quod una eademque ſtella fixa totius anni decurſu in Meridiano non facile queat obſervari, niſi fortaſſe id obtineatur teleſcopio, ita in linea Meridiana diſpoſito, & in ſitu ſuo firmato, ut etiam interdiu in Meridiano conſtituta videri queat. Hæc res ſane nec noſtro ſolum inſtituto, ſed & præterea ad exactius perveſtigandum motum ſolis, æquationem temporis & ſimilia, eſſet utiliſſima. Interim tamen deficientibus talibus horometris, utitur horologiis ad ſolem diſpoſitis.

§. 7. Apparet ergo ex hactenus dictis, ſi metiri diametrum transverſam ſolis in Æquatore exiſtentis, mens ſit, tempus, quod ſol inſumit in percurrendo circulo horario, convertendum eſſe in partes Æquatoris, ope

Tabula I, ubi 24. horis reſpondent 360.gr. Manifeſtum quoque eſt, quod ſi invenienda ſit diſtantia duarum ſtellarum, quarum utraque

TABULA I.

Converſionis temporis in partes Æquatoris.

Hor.	*Grad.*	*Minut. Secund. Tert.*	*Grad. Minut. Secund.*	*Minut. Secund. Tert.*
1	15	1	0	15
2	30	2	0	30
3	45	3	0	45
4	60	4	1	0
5	75	5	1	15
6	90	6	1	30
7	105	7	1	45
8	120	8	2	0
9	135	9	2	15
10	150	10	2	30
20	300	20	5	0
24	360	30	7	30
		40	10	0
		50	12	30
		60	15	0

eſt in Æquatore vel non multum ab illo diſtat, vel ſi inveſtiganda diameter planetæ paulo tardioris in Æquatore exiſtentis vel non longe inde diſtantis, tempus Micrometro inventum mutandum eſſe in partes Æquato-

ris juxta Tabulam II. ubi horæ 24. reſpondent 360. *Grad.* 59. *Minut.* 8. *Secund.* Si differentia Aſcenſionis rectæ vel Declinationis quæratur, tempus in gradus & ſcrupula gr. convertendum eſt per eandem Tab. II.

TABULA II.

Converſionis temporis in partes Æquatoris.

Hor.	*Grad.*	*Min.*	*Sec.*	*Min.* *Sec.* *Tert.*	*Gr.* *Min.* *Sec.*	*I.* *II.* *III.*	*II.* *III.* *IV.*	*III.* *IV.* *V.*
1	15	2	28	1	0	15	2	28
2	30	4	56	2	0	30	4	56
3	45	7	24	3	0	45	7	24
4	60	9	52	4	1	0	9	52
5	75	12	19	5	1	15	12	20
6	90	14	47	6	1	30	14	48
7	105	17	15	7	1	45	17	16
8	120	19	43	8	2	0	19	44
9	135	22	11	9	2	15	22	12
10	150	24	39	10	2	30	24	40
20	300	49	17	20	5	0	49	20
24	360	59	8	30	7	31	14	0
				40	10	1	38	40
				50	12	32	3	20
				60	15	2	28	0

§. 8. Si diſtantia ſtellarum extra Æquatorem quæritur, alia inſuper correctio adhibenda. Rapidiſſimus enim eſt motus ſyderum communis ſub Æquatore & tardior magis, quo

propiora ſunt polis, adeo ut ſub polo plane motus ceſſet, id quod ex ſphæricis unicuique ſatis notum eſſe debet.

§ 9. Igitur æqualia ſpatia inæqualiter diſtantia ab Æquatore inæqualibus temporibus circulos horarios percurrunt, ac id ſpatium, quod magis diſtat ab Æquatore, longiori quoque tempore opus habet. Sic e. g. ſol extra Æquatorem plus temporis inſumit in percurrendo circulo horario, quam cum eſt in Æquatore vel prope hunc. Si quis ergo ſine correctione vellet tempus annotatum in graduum minuta convertere, is ſane erraret, ac plura ſcrupula, quam decet, eliceret.

§. 10. Correctio autem iſta ſequenti modo inſtituenda eſt. Si pro duobus punctis in cœlo datis vel aſſumptis diſtantia apparens, ſive arcus interceptus in gradibus & ſcrup. gr. quæritur, tum alterius puncti declinatio ſeu diſtantia ab Æquatore nota eſſe debet. Sit jam in Figura XXXVII. linea B D axis ſphæræ, & puncta B D, duo poli, circa quos ſphæra volvi concipiatur: Sit porro A, centrum & C E, diameter circuli maximi, qui referat Æquatorem: C A ſemidiameter & ſimul Sinus totus, æqualis A F. Deinde ſit F G Diameter circuli minoris, paralleli Æquatori, hujus & peripheriæ portio quædam certo temporis intervallo tranſeat circulum horarium E B C D. Quæritur tempus, quo æqualis portio peripheriæ in Æquatore tranſitura ſit Circulum horarium E B C D? Hoc ipſum ut inveniatur,

fiat:

fiat: Ut Sinus totus AC vel AF, ad Sinum complementi Anguli Declinationis datæ CAF, ſive ad Sinum HF, Anguli BAF: Sic reciproce tempus, quo portio quædam peripheriæ minoris circuli (cujus Diameter eſt HF) tranſit circulum horarium, ad tempus, quo æquale ſpatium peripheriæ in Æquatore circulum horarium tranſiiſſet. Hoc tempus ita inventum per Tabulas ſupra datas convertatur in gradus & ſcrupula graduum, ac ſic habebitur Diſtantia punctorum quæſita. Hanc vero correctionem accuratam eſſe & genuinam, ita probo. Circulus minor, cujus diameter eſt FG transferatur ſive projiciatur in planum Æquatoris, ac intelligatur huic quaſi affixus, eodemque motu cum Æquatore circumagi.

§. 11. Igitur in Fig. XXXVIII. ſint duo circuli concentrici, quorum major *CDH* referat Æquatorem, & minor *BEK* referat minorem parallelum, in cujus peripheria tempus obſervatum fuit. Statuamus jam, circulum majorem *CDH*, & cum hoc minorem affixum circa centrum commune *A* eodem motu gyrari. Sit jam ſemidiameter Æquatoris $AC = b$, & ſemidiameter circuli paralleli $AB = a$. Porro ſit notum tempus, quo in ambitu minoris circuli punctum quoddam aſſumptum,

ut *B* pervenit ad *E*, quod tempus dicamus *t*. Denique portio peripheriæ *BE* ſtatuatur æqualis portioni peripheriæ *CG*, utramque ergo appellabimus *d*. Quoniam vero ſimiles portiones peripheriarum circulorum concentricorum ſe habent ut radii, fiat ut Radius $AB = a$, ad Radium $AC = b$: ſic portio peripheriæ $BE = d$, ad portionem peripheriæ $CD = \frac{bd}{a}$. Ex hypotheſi autem, quo tempore punctum *B* pervenit ad *E*, eodem tempore quoque punctum *C* pervenit ad *D*, igitur quoque tempus, quo percurritur ſpatium *CD* poteſt appellari *t*. Sunt deinde ſpatia *CG* & *CD*, temporibus, quibus percurruntur, proportionalia, quia motus ſunt æquales: ergo ut ſpatium $CD = \frac{bd}{a}$, ad tempus, quo percurritur *t*; ſic ſpatium $CG = d$ ad tempus, quo percurritur *CG*, quod invenitur $= \frac{dta}{db}$, vel dividendo per *d* Numeratorem & Denominatorem, prodibit $\frac{ta}{b}$. Hoc eſt, ut radius $AC = b$, ad radium $AB = a$: ſic tempus *t*, quo percurritur *BE*, ad tempus, quo percurritur ſpatium *CG* in Æquatore, æquale ſpatio *BE*. Sunt igitur Tempora reciproce ut radii, Q. E. D.

§. 12. Ut igitur omnis error evitetur, paulo ſpecialius de ſingulis agendum: Si primo ſolis diameter beneficio hujus Micrometri ſit veſtiganda, procurandum eſt, ut ſolis limbus

bus vel infimus vel ſupremus decurrat ſecundum filum transverſum vel inferius vel ſuperius, vel ſi in ſole appareat macula, tubus cum Micrometro ita collocandus eſt, ut macula juxta filum transverſum decurrat, ac tum obſervetur, quo tempore ſolis diameter per filum erectum ſive perpendiculare tranſeat: Si jam ſol ſit in Æquatore, tempus obſervatum ſimpliciter convertatur in ſcrupula graduum per tabulam priorem, ubi 24. horæ reſpondent 360. gradibus. Si ſol ſit extra Æquatorem, inquiratur ejusdem declinatio, & fiat: *Ut Sinus totus ad Sinum Complementi anguli declinationis: ſic tempus obſervatum ad tempus ſub Æquatore, quod ſimiliter per Tabulam priorem convertendum eſt in ſcrupula graduum.*

§. 13. Si porro diſtantia duarum ſtellarum, quæ ambæ ſunt in Æquatore, indaganda ſit, tunc ſpatium temporis obſervatum inter earum tranſitum vertatur in gradus & ſcrupula gradum Æquatoris per poſteriorem tabulam, ubi 24 horæ reſpondent 360. grad. 59. min. 8. ſecund.

§. 14. Si ſtellæ iſtæ conſtitutæ ſint extra Æquatorem, hoc eſt vel in hemiſphærio boreali vel auſtrali, tum inſtituatur prius correctio temporis per regulam modo traditam, ſi quædam præterea differentia declinationis obſervetur, hujus quoque tempus per eandem regulam debet corrigi; ac tum demum tempora ſic correcta convertantur in gradus & ſcrupula graduum per Tabulam poſteriorem,

rem, ut acquiratur diſtantia ſtellarum ſicut & differentia Declinationis, ſi qua adſit. Quando igitur unius ſtellæ, & earum, quæ per tubum immotum apparent, locus in cœlo notus eſt, tum quoque & reliquarum loca per calculum trigonometricum inveſtigari poterunt.

§. 15. Licet etiam hoc artificio invenire quandoq; diametrum lunæ, ſcilicet eo in caſu, quando totus orbis hujus ſyderis videri poteſt, quod accidit in plenilunio, dum ex omni parte fulget radiis ſolaribus illuminata, & tum, quando non procul abeſt a ☌ ☉ paulo ante & poſt Novilunium in parte ſoli obverſa illuſtratur ſolari lumine, in altera autem lumine ſecundario, a tellure in lunam reflexo. Sed quoniam Lunæ motus ex Oriente in Occidentem tardior eſt, quam omnium reliquorum ſyderum, ob motum videlicet celerrimum proprium ex Occidente in Orientem, quo ſpacio circiter XXVII. dierum totum Zodiacum peragrat, idcirco hic peculiari alia correctione opus eſt. Obſervaturus igitur diametrum lunæ circumſpiciat, annon fixa quædam ſtella vel lunam antecedat vel ſequatur. Si qua talis inveniatur, tunc annotetur tempus, quod intercedit illud momentum, quo ſtella filum aliquod erectum Micrometri attingit, & alterum momentum, quo luna ad idem filum pertingit, vel contra; deinde tempore aliquo interjecto id-

ipſum

ipſum repetatur, annotando ſimul, quo temporis ſpatio lunæ diameter filum idem transcurrat; Si ſtella præcedit lunam, tum luna jam prætergreſſa eſt illam, ac magis magisque ab illa elongatur, ac proinde poſt ſtellæ tranſitum in priori obſervatione citius, quam in poſteriori idem filum aſſequetur. Si ſtella ſequitur lunam, tum hæc magis illi appropinquat, & ob eam rem in priori obſervatione, poſt tranſitum lunæ tardiꝰ, in poſteriori obſervatione citius ſtella ad idem filum appellet. In utroque caſu a tempore majori ſubtrahatur tempus minus. Deinde fiat: Ut tempus intermedium inter utramque Obſervationem, ad differentiam temporum modo inventam: ſic tempus, quo lunæ diameter tranſit filum (ſeu mora lunæ in circulo horario) ad aliud tempus, quod a morâ lunæ in circulo horario ſemper eſt ſubducendum; reſiduum denotat tempus, quo luna tranſiiſſet circulum horarium, omni motu proprio deſtituta; hoc deinceps tempus per regulam ſuperiorem mutandum eſt in tempus ſub Æquatore obſervandum, ſi luna ſit extra Æquatorem. Denique iſtud tempus ſecundo correctum vertendum eſt in minuta graduum per Tabulam ſuperiorem II, quæ accommodata eſt fixis, ita demum diameter lunæ apparens invenietur.

§. 16. Eadem fere ratione conjunctionum planetarum cum ſtellis fixis tempora in circulis

culis horariis inveniri poterunt. Si enim contingat, ut fixa & planeta uno momento & ſimul filum erectum Micrometri, quod repræſentat circulum horarium, tranſeant, tum id ipſum tempus eſt conjunctionis fixæ & planetæ, in circulo horario, ac nihil aliud reſtat, quam ut Differentia Declinationis determinetur per ſuperius tradita. Cæterum ſi id punctum temporis haberi nequeat, tum & ante conjunctionem & poſt conjunctionem planetæ vel cometæ diſtantia a vicina fixa capiatur quotiescunque licet, annotando diligenter tempus, quod intercedit unamquamque obſervationem, ut motus planetæ vel cometæ vel directus vel retrogradus diurnus, horarius & minutarius innoteſcat, quo dato per regulam auream tempus conjunctionis non difficulter erui poteſt. Ex dato tempore conjunctionis in circulo horario, tempus conjunctionis in Ecliptica etiam inveniri poteſt calculo trigonometrico.

§. 17. Ad parallaxes diurnas planetarum reperiendas etiam poterit eſſe utile hoc Micrometrum. Si enim motus planetæ proprius cognitus ſit, conferendo diſcrimina temporum notatorum inter appulſus fixæ & planetæ ad circulos horarios eosdem, in obſervationibus factis prope Horizontem & obſervationibus aliis in Meridiano, vel prope hunc, licebit tempus competens parallaxi invenire, ex quo deinceps calculo licet, paulo operoſiori & prolixiori horizontalis illius planetæ paral-

parallaxis derivari poteſt. *Specimen vid. in Prælect. Aſtron. Whiſton. p. 73.*

CAPUT IX.

SPECIALES USUS & OBSERVATIONES MICROMETRICAS RECENSET.

§. 1.

PRimum tubo, cui applicata ſunt Micrometra cap. III. deſcripta metimur angulos terreſtres, & quidem majori facilitate, quam angulos cœleſtes, quoniam hic mot⁹ ſyderum ſatis velox negotium faceſſit, illic autem Objecta manent immota. Cognito igitur angulo aliquo Fig. XXXIX. B A C, ſub quo Objectum aliquod terreſtre B C v. g. altitudo alicujus feneſtræ aut turris rotundæ diameter apparet, licet etiam invenire ex una tantum ſtatione, diſtantiam Objecti *A D*, modo magnitudo Objecti B C nota ſit, ſi fiat *ut Sinus totus ad Tangentem anguli A C D*, (qui eſt complementum anguli D A C, nempe dimidii, *B A D* ſub quo Objectum C B apparet) *ſic quoque dimidium Objecti, D C ad Diſtantiam D A, quæ erat invenienda.*

§. 2. Sed quoniam Micrometrum in ordinario ſuo loco collocandum eſt, methodus hæc tantum pro indagandis diſtantiis Objectorum paulo plus diſtantium v. g. $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ milliare & ultra, adaptari poteſt; alia ſubjungenda eſt magis accommodata huic ſcopo, ubi nullus calculus trigonometricus requiritur, ac quæ inſervit diſtantiis &

pro-

propioribus & remotioribus inveniendis. Tubus autem pro hoc ſcopo requiritur talis, qui ſit compoſitus ex duobus aliis, majori & minori, qui illi commiſſus, immitti profundius & retrahi queat, prout Objectum vel remotius vel propius eſt, inveniatur deinceps diſtantia foci a lente Objectivâ minima, quæ ordinaria nobis vocatur, quæque inſervit Objectis remotiſſimis videndis, & quidem in talibus particulis in quales Micrometrum diviſum eſt, eaque in tubo ductitio annotetur: poſt illam deinde verſus Objectivam lentem ponantur plures ejusmodi partes ceu gradus, ut protracto tubulo minore ex majore quando propiora Objecta adſpiciuntur, ſtatim pateat, quantum focus vel imago aut Micrometrum a vitro Objectivo diſtet. Quando jam diſtantia cujusdam Objecti invenienda eſt, protrahatur eo usque tubulus minor e majori, donec Objectum diſtincte videatur, & ſimul notetur diſtantia foci a lente Objectiva, applicetur deinceps Micrometrum, & longitudo quædam Objecti nota eo menſuretur, partesque Micrometri ſimiliter annotentur, ac deinde juxta regulam auream inferatur: Ut *b c* apertura ſeu particulæ Micrometri ad diſtantiam *A d* foci & lentis Objectivæ: ſic quoq; magnitudo viſa cujusdam Objecti tubo directe oppoſitii *B C* ad *D A* diſtantiam hujus & lentis Objectivæ. Sit v.g. *B C* 6 pedum altitudo alicujus feneſtræ domus, cujus diſtantia quæritur. Sit

Fig: XXXVI.

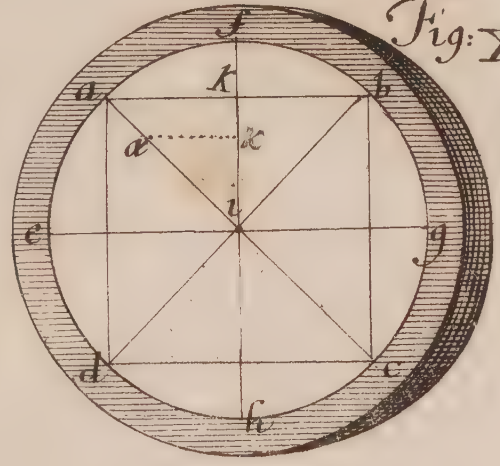


Fig: XXXVII.

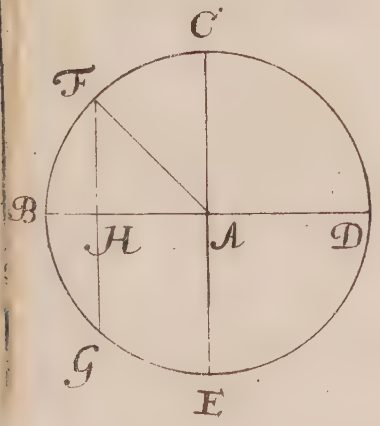


Fig: XXXVIII.

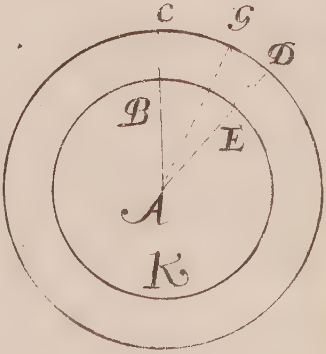
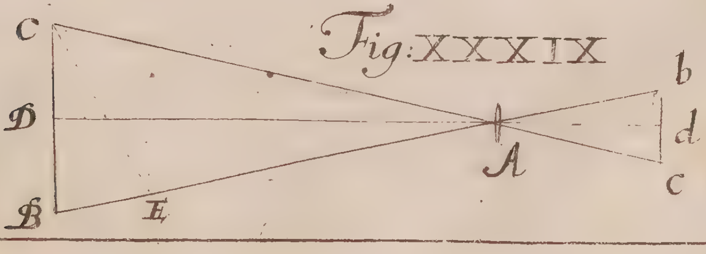


Fig: XXXIX



Sit apertura Micrometri *bc* partium 100. & obſervetur, Micrometrum & focum a lente objectiva diſtare particulis ejusmodi 9000. Fiat ergo ut 100. ad 9000. ſic. 6. ad 540. pedes; ea igitur erit diſtantia feneſtræ a lente objectiva quæſita. Nullus omnino hac via incedentibus metuendus eſt error, quoniam per *Cap. III. Propoſ. 4.* triang. *b A c* & *A B C* ſunt ſimilia, ideoque per *VI. 4. Eucl.* latera habent proportionalia, modo (1.) proportio inter *A d* & *b c* accurate notetur, quæ inventu facilis eſt, præſertim ſi tubus paulo longior ſit; adeo ut modus hic metiendi per Micrometrum aliis quibuscunque, quos Geodætæ commendant, hoc in paſſu palmam dubiam reddere videatur: (2) requiritur, ut Objectum tubo directè opponatur, hoc eſt, ut linea *B C* axi tubi *d D* ſit perpendicularis. Si enim Objectum, ut *E C*, habeat ſitum ad *D d* inclinatum ſive obliquum, calculo prodibit diſtantia *D A* juſto major. Quamobrem ſi in Objecto, cujus diſtantia quæritur, talis quædam latitudo vel altitudo, ad tubum perpendicularis, non ſtatim occurrat, erigenda ſunt duo ſigna in *B* & *C*, v. g. duæ perticæ dealbatæ, ea lege, ut a *B* ad *C* ducta recta ſit ipſi *D d* perpendicularis, & utrumque ſignum uno obtutu per teleſcopium appareat.

§. 3. A terra ad ſolem, inexhauſtum lucis & caloris fontem, devenimus, in quo multa maximi momenti res ad Aſtronomiam pertinentes obſervandæ & inveſtigandæ ſunt, quibus

bus neglectis aut ignoratis, enormes errores committuntur. Sumus igitur hoc paſſu longe feliciores veteribus; qui deſtituti fuerunt teleſcopiorum adminiculo. Sed ſi Micrometra inſuper tubis, quibus ſol obſervandus eſt, applicantur, maxima admiratione digna præſtantur. Non omnia licet recenſere; potiora tamen ſilentio non præteribo; eaque ſunt diameter & figura ſolis, quantitas eclipſium & maculæ ſubinde in ſole apparentes, ut & harum motus.

§. 4. Quod modum attinet obſervandi ſolem ope teleſcopii, is varius eſt. Aut enim oculum admovemus ipſi teleſcopio, aut imaginem ſolis ſaltem intuemur. Quando illud placet, neceſſe eſt, ut nimii radii ſolares, viſui nocumentum allaturi, removeantur & arceantur. Quidam anguſtiſſimam reddunt aperturam vitri objectivi, per quam pauciſſimi radii ſolis ingredi tantum queant, ſed modus iſte multis diſplicet, quoniam ſol diſtinctè videri non poteſt. Potius adhibendum eſt vitrum oculare ſaturate rubrum, viride aut alterius coloris, qui impediat, quo minus copioſi radii penetrent & in oculum ſpectatoris illabantur. Vel etiam vitrum oculare teleſcopii, quo alias utimur, denigretur fuligine tædæ aut candelæ ardentis, cavendo tamen, ne lens nimis incaleſcens rumpatur.

§. 5. Alter modus eſt, quando ſpectamus imaginem ſolis in plano candido repræſentatam; & quidem adhibendo vel duas lentes, obje-

objectivam ſcilicet & ocularem, vel ſolummodo Objectivam. Quando duobus vitris utimur, Micrometrum in loco ordinario, foco nempe, vitri objectivi poni poteſt; ſic enim non ſolum imago ſolis, ſed & Micrometrum diſtincte in plano candido, quod opponitur tubo, apparebit, atque circumgyrando cochleam ſolem metiri licebit, quando diameter, magnitudo vel quantitas eclipſios, vel maculæ invenienda eſt. Unicam poſſumus adhibere lentem objectivam, quando ſolis eclipſis vel macula in ſole obſervanda eſt; de qua methodo ſupra actum fuit, Cap. III. §. 8. & ſequent.

§. 6. Quod concernit ſolis figuram, ea quidem ſemper rotunda inſtar circuli apparere deberet, ſed hoc non fit, niſi quando ſol haud multum a vertice noſtro abeſt. Quo propior enim ſol eſt Horizonti, eo magis figura ejus immutata per teleſcopium apparet, & ellipſi ſimilis; atque hoc accidit non vitio teleſcopii, ſed ob refractionem radiorum ſolarium in ſuperficie atmoſphæræ terreſtris, imo & in ipſa atmoſphæra factis. Hæc enim refractio, uti notum eſt, extollit omnia ſydera & ſingulas eorum partes, & eo magis extollit, quo propiora ſunt Horizonti; quia decreſcente altitudine ſive elevatione ſyderis ſupra Horizontem, creſcit refractio. Quamobrem ſuperiores partes ſolis per refractionem extolluntur quidem, ſed magis per refractionem majorem extolluntur partes in-

feriores, atque ſic minor evadit diameter verticalis ſolis, quemadmodum etiam reliquæ chordæ diſci ſolaris, diametro verticali parallelæ, contrahuntur & decurtantur. Ipſa autem diameter transverſa ſolis, ſeu Horizonti parallela, non decurtatur. Alia igitur eſt diameter longior horizontalis, alia vero brevior perpendicularis ſeu verticalis.

§. 7. Dixi, figuram hinc prodire fere ellipticam; nam vera ellipſis non eſt, quoniam inferior limbus magis depreſſam ellipſin refert, ſuperior vero magis ad circulum accedit. Figura XL. ſiſtit ſolem occidentem, uti ope tubi in tabula candida ſe videndum obtulit.

§. 8. Exinde concludendum, ſolis centrum *c* eſſe quidem in medio diametri transverſæ *a b*, ſed non in medio diametri verticalis *de*, nam punctum infimum limbi *e* per refractionem plus accedit ad centrum *c*, quam idem hoc centrum *c* accedit ad punctum ſupremum limbi *d*.

§. 9. Variatur quidem etiam diameter ſolis transverſa ſeu horizontalis, aſt non per refractionem, ſed potius pro diverſitate diſtantiæ ſolis a terrâ. Quando enim ſol eſt in Apogæo, ſeu quando maxima eſt diſtantia ſolis a terra, quod fit paulo poſt ſolſtitium æſtivum, minima ſolis diameter apparens deprehenditur, ac poſthinc accedente propius ſole verſus ſuum Perigæum ſemper creſcit, donec tandem ad Perigæum pervenit, ubi maxima obſervatur ſolis diameter apparens,

parens, quod contingit paulo poſt ſolſtitium hybernum, ſed deinde iterum deçreſcit usque ad ſolſtitium æſtivum, ita ut nunquam conſtans permaneat iſta diameter. Qui ergo in ſe ſuſceperit laborem indagandi diametrum ſolis ope Micrometri, quotiescunque tempeſtas obſervationibus hiſce favet, utique operæ pretium faciet.

§. 10. Meis obſervationibus ope tuborum & Micrometrorum factis inveni Diametrum ſolis in Apogæo conſtituti 31. *minut.* 35. *ſecund.* Diametrum ſolis in Perigæo 32. *minut.* 44. *ſecund.* qui numeri fere conſentiunt cum his, quos habet *Dn. Lieutand in Cognitione temporis ad annum* 1709. Solis enim in Apogæo diametrum ponit 31. *minut.* 38. *ſecund.* in Perigæo 32. *min.* 44. *ſecund.* Cum his conſentiunt etiam obſervationes *Dn. Auzouti*, *quas vid. ſupra Cap. IV.* §. 7. Diametrum vero verticalem ſolis occaſui proximi aliquoties dimenſus ſum, eamque inveni non ſemper eandem Nam v. g. 1707. *d.* 28. *Sept.* inveni eam 26. *min.* 46. *ſec.* cum transverſa eſſet 32. *min.* 5. *ſec. Anno* 1709. *die* 22. *Sept.* verticalis diameter erat 28. *minut.* 8. *ſecund.* transverſa autem 32. *minut.* 36. *ſecund.* Cauſa hujus diverſitatis dependet partim a mutatione diametri apparentis ſolaris, partim a refractione ipſa, quæ non ſemper eadem eſt, ut dudum obſervarunt Aſtronomi, partim ab inæqualitate Horizontis noſtri viſibilis. Si quis tamen nume-

 ros

ros deſideret, qui præterpropter deſignent proportionem inter transverſam & verticalem diametrum occidentis ſolis, 19. & 16. aſſumendos eſſe puto, aut 5. & 4.

§. 11. Sed fortaſſis objicient aliqui, ſolis, nec non lunæ diſcos prope Horizontem multo majores apparere, quam quando ſydera hæc non multum a vertice diſtant, nec ea figura elliptica, quam ſupra Fig. XL. delineavimus, oriri & occidere, ſed plane contraria, ſi nubes transverſa quæpiam ſolem aut lunam plenam interſecet, ita ut longior diameter ſit verticalis, brevior autem transverſa Fig. XLI. interdum quoque diſcum ſolarem vel lunarem plane deformem reddi, ut referat quaſi pyrum, aut ut plane diſſectus videatur, Fig. XLII. & XLIII. adeoque concludendum eſſe, nubibus quoque fortaſſe vim refringendi tribuendam eſſe. Verum reſpondeo breviter, hæc phænomena ſolum oculis nudis quandoque obſervari, non vero teleſcopio armatis. Quando enim oculum immediate teleſcopio admovemus (quod ſine ulla læſione oculorum fieri poteſt ſole vicino Horizonti exiſtente) vel quando ſolis imaginem in plano quodam oppoſito excipimus, apparet ſol prope Horizontem ſemper elliptica forma, ſive nubes transverſæ adſint ſive abſint, ut proinde allegata phænomena oculorum ludibriis accenſeri mereantur.

§. 12. De modo obſervandi quædam jam ſupra Cap. III. §. 8. ſequ. delibavimus, quibus

pauca

Fig: XL.

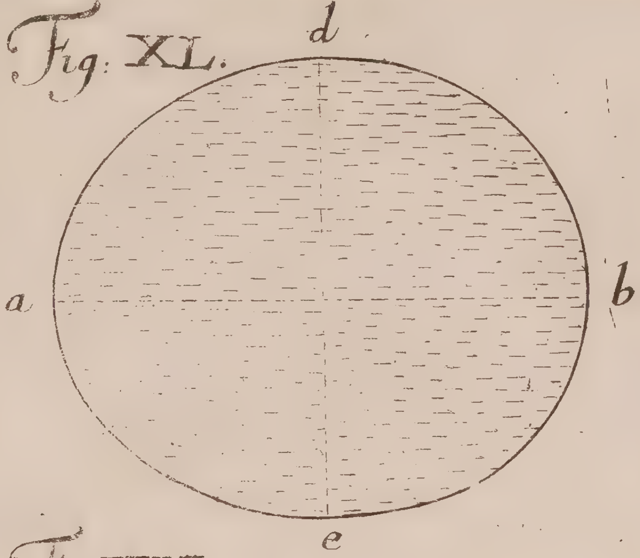


Fig: XLI

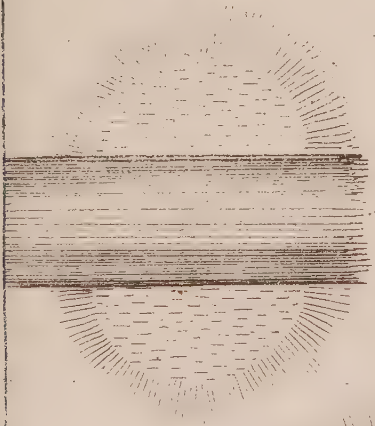
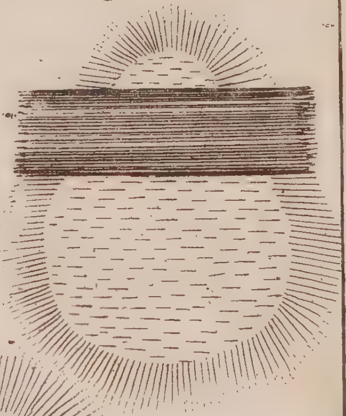


Fig: XLII.



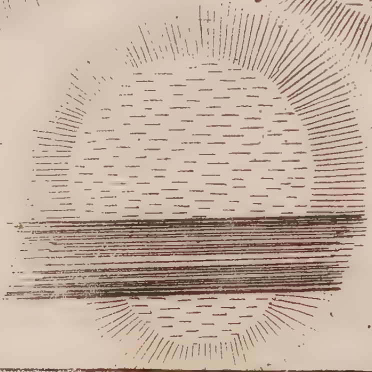


Fig: XL III.

tur, ſed potius terra, dum videlicet interpoſitâ luna umbram vel penumbram ſaltem projicit in tellurem, atque ſic parte radiorum ſolarium eam privat; datur tamen aliud genus deliquii ſolaris, ubi ſol revera defectum aliqualem lucis patitur, nempe per maculas, quæ nonnunquam ope tuborum in ſole annotantur. Sunt quidem nonnulli, qui credunt, has maculas eſſe nubes a fuliginibus, quas ſol eructet, ortas; ſed motus harum ſatis regularis & uniformis repugnare huic opinioni videtur. Non enim hinc inde fluctuant pro more nubium & aliarum exhalationum, ſed conſtanti motu ex oriente in occaſum feruntur, ut exinde etiam de periodo converſionis ſolis circa proprium centrum certi facti ſimus. His ergo facile inducor, ut credam, ſolem eſſe corpus ſolidum, partibus conſtans terreſtrib⁹, quibus tamen admixta ſit plurima materia inflammabilis, & ad ignem fovendum & nutriendum apta, hinc interdum contingere, præprimis iis locis, ubi terrearum particularum major eſt copia, quam ſulphurearum, ut igni nutrimentum deficiat, ac is tantiſper ibidem extinguatur, quoad ex vicinia alia fomes ſubminiſtretur, quæ ſi igne corripiatur denuo, maculæ evaneſcant; cui ſententiæ favet, quod nonnunquam in iisdem partibus ſolis interjecto tempore maculæ admodum ſimiles oriantur. Apparent non raro eâ magnitudine, ut ſub viſum facile cadant, ac

Mi-

Micrometris dimenſiones earum inveſtigari queant.

§. 14. Ad æſtimandam igitur harum magnitudinem ſufficit inveſtigare, quot Micrometri particulæ illarum diametris reſpondeant; quod ſi poſtea eodem Micrometro diameter ſolis capiatur, particularum utrobique inventarum numerus indicabit proportionem, quæ intercedit inter veram diametrum ſolis & macularum; & quoniam proportio inter diametrum ſolis & diametrum terræ cognita eſt, nempe juxta *Hugenium in Coſmotheor. lib. I, pag. 15.* ut 111 ad 1. vel numero rotundo, ut 100. ad 1. dabitur quoque macularum proportio ad terram. Si igitur prope ſolaris diſci centrum appareat macula rotunda, cujus diameter ſit centeſima pars diametri ſolaris, erit illa æqualis circulo maximo globi terreſtris. (nam ſi tellus noſtra in ſolem translata eſſet, diameter illius eſſet centeſima particula diametri ſolaris.) Sed ſæpius apparent maculæ, quarum diameter eſt $\frac{1}{50}$ diametri ſolaris, qualis maculæ ſuperficies eſt quadruplum circuli maximi terreſtris, quæ ſane magnitudo non eſt contemnenda; nihilominus tamen hic defectus verus lucis ſolaris terricolis vix ſenſibilis eſt, utut etiam macula multo major ſit. Supponamus enim diametrum maculæ eſſe $\frac{1}{30}$ diametri ſolaris, erit macula $\frac{1}{900}$ diſci ſolaris, ideoque ſol perdet nongenteſimam partem lucis, qui defectus nullo modo ſenſibilis eſt, nam neq; multum imminui lumen ſolis ſen-

timus in eclipſi ſolari, etiamſi dimidium ſolis luna interpoſita tegatur. Solemus quoque Micrometris in foco communi locatis metiri macularum diſtantias a limbo; Sed commodius hoc peragitur tubo longioni 20. vel 30. pedum remota lente oculari & locata papyro candida in foco, in qua pingatur imago ſolis una cum maculis inibi obſervandis, addendo inſuper perpendiculum, ut ſitus ſolis & macularum determinetur.

§. 15. Plura ſunt, quæ in luna metiamur Micrometris. Primo occurrit diameter, quæ ob valde mutabilem diſtantiam lunæ a tellure in horas multis modis variatur & mutatur. *Dn. Auzoutus* hanc invenit non minorem 29. *min.* & 44. *ſecund.* vel 45. *min.* nec majorem 33. *min.* niſi forſitan aliquot ſecundis. *Vid. Act. Philoſ. Anglic. loco ſupra citato.* Porro maculæ obſervandæ ſunt, & harum magnitudines explorandæ, ut certiores fiamus, an mutationes quædam contingant circa has, tum & ut tandem mappas lunares acquiramus accuratiores; quæ enim hactenus vulgatæ ſunt, non ſatis bene inter ſe, nec cum ipſa luna, viſa per teleſcopia majora, concordant.

§. 16. Pro invenienda diſtantia ſolis a terra & parallaxi lunæ determinanda ſolent quidam obſervare tempus, quo luna eſt exactè dichotomus; ſed hoc ipſum per aliam quamcunque phaſin lunæ obſervatam fieri poteſt, cognita ſimul diametro ejus. Sit in Fig. XLIV. *abde* luna falcata. Sit *eabf* pars illumi-

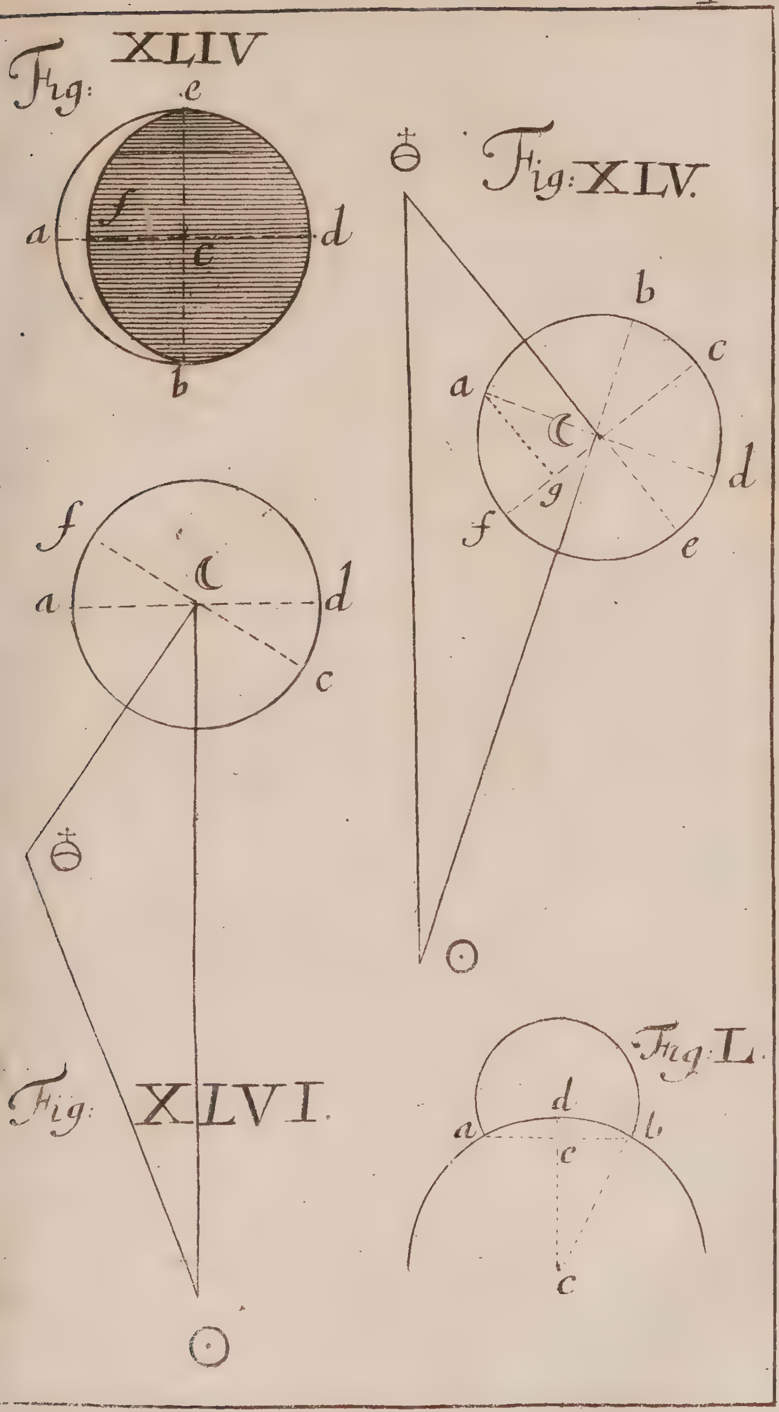
luminata, *efbd* obſcura, vel contra. Erit linea *efb* ſemiellipſis, diſcernens lumen ab obſcura parte. Menſuretur ergo diameter *ad*=*eb*, deinde *fd* aut *af*, ex quibus cognitis angulus (Fig. XLV, ad) lunam ♁ ☾ ☉ innoteſcet.

§. 17. Sit enim in hac Figura XLV. ☉ centrum ſolis, ♁ centrum terræ, *abcdef* globus lunæ, ☾ centrum ejus. Deſignabit recta ♁ ☉ diſtantiam terræ a ſole inveniendam, ♁ ☾ diſtantiam lunæ a terra datam, ☾ ☉ diſtantiam lunæ a ſole. Ducatur diameter *ad* perpendicularis ad ☾ ☉, & alia diameter *fc* perpendicularis ad ♁ ☾, producatur etiam ☉ ☾ usque ad *b*, & ♁ ☾ usque in *e*; ſic ſemicirculus *afed* denotabit hæmiſphærium lunæ a ſole illuminatum, ſemicirculus autem *cbaf* hæmiſphærium lunæ e terra viſibile. Angulus ergo ♁ ☾ *b* æquatur angulo *a* ☾ *f*, quoniam angulus ♁ ☾ *a* eſt differentia communis duorum rectorum *a* ☾ *b* & ♁ ☾ *f*. Ob eandem cauſam angulus ♁ ☾ *a* æquatur angulo *f* ☾ ☉, quia angulus *a* ☾ *f* eſt differentia communis duorum rectorum ♁ ☾ *f* & *a* ☾ ☉. Erit & angulus *b* ☾ *c* æqualis angulo *f* ☾ ☉, quippe angulo per verticem oppoſito. Anguli ergo *c* ☾ *b*, *b* ☾ ♁, ♁ ☾ *a* ſimul ſumpti, æquantur angulis ☉ ☾ *f*, *f* ☾ *a*, *a* ☾ ♁ ſimul ſumptis, hoc eſt angulus *c* ☾ *a* deſignans portionem lunæ non illuminatam æquatur angulo ♁ ☾ ☉, qui angulus obtuſus eſt, quando luna apparet falcata, ideoque ejus

loco

loco in calculo trigonometrico ejus complementum ad 180. gr. ſumi debet, ſive angulus ☉ ☾ *e*, vel huic æqualis *f* ☾ *a* aſſumendus eſt. Quandoquidem vero, quando metimur partem lunæ obſcuram Micrometro, idem eſt, ac ſi metiamur portionem diametri *e g*, ideo partes Micrometri, ſemidiametro reſpondentes, ſubtrahantur ex numero partium reſpondentium portioni obſcuræ lunæ *g c*, ut inveniamus differentiam *e g*, porro fiat (1) *ut numerus partium Micrometri reſpondentium ſemidiametro lunæ, ad differentiam modo inventam* ☾ g: *Sic Sinus totus ad ſinum anguli* ☾ *a g*, qui ſubducatur ex 90. gr. ut habeatur angulus *f* ☾ *a*. Deinde ex angulo *f a* ☾ = *e* ☾ ☉ ſubtrahatur angulus ☾ ♁ ☉ ſeu diſtantiæ lunæ a ſole, ut innoteſcat angulus ♁ ☉ ☾, atque fiat (2) *ut ſinus anguli* ♁ ☉ ☾ *ad ſinum anguli e* ☾ ☉: *ſic diſtantia lunæ a terra* ♁ ☾ *ad diſtantiam Terræ a Sole* ♁ ☉, *quæ erat invenienda.*

§. 18. Hæc quoque regula inſervit inveniendæ diſtantiæ ſolis & terræ, quando luna eſt gibboſa. (Fig. XLVI.) *f a c* eſt hemiſphærium ex terra viſibile, *a b c* portio illuminata, *f a* portio obſcura. Angulus ad lunam ♁ ☾ ☉ hic eſt acutus, atque eidem æquatur angulus *a* ☾ *f* per rationes ſupra adductas, nec præter hæc aliud quid obſervandum, quam ut loco partis obſcuræ hic metiamur partem lunæ illuminatam, quo facto ſecundum regulæ tenorem procedendum erit.


Fig: XLIV
e
a
f
c
d
b
Fig: XLV.
b
c
a
d
g
f
e
f
a
d
c
Fig: XLVI.
Fig: L.
d
a
b
e
c

§. 19. Hoc ipſum problema me deducit ad aliud non minus elegans. Requiritur enim, ut diſtantia lunæ a terra cognita ſit, quæ quidem calculo inveniri poteſt; ſed oſtendam alium modum per duas obſervationes lunæ, alteram in Horizonte, alteram in Meridiano, utendo Micrometro & inveſtigando diametros. Quia enim luna eſt ſydus terræ noſtræ proximum, idcirco luna revera propior fit nobis, quo propius ad Zenith noſtrum accedit, & dum ad id accedit, diameter ejus creſcit, cum recedit, illa decreſcit.

§. 20. Caſus hic obvenit duplex: aut enim luna ad Zenith usque aſcendit, aut non aſcendit. Priori caſu calculus diſtantiæ lunæ expeditus & facilis eſt. Menſurari igitur debet diameter lunæ orientis, & deinde quoque quando ad Zenith pervenit, ſemidiameterque apparens lunæ in horizonte obſervatæ ſubducatur ex ſemidiametro apparente in Zenith inventa, ac deinde fiat: ut Sinus differentiæ ſemidiametrorum apparentium, ad ſemidiametrum lunæ in Zenith: ſic ſemidiameter terræ ad diſtantiam lunæ a centro terræ. Sit enim Fig. XLVII. *de* Semidiameter lunæ vera, *c* centrum terræ, angulus *dce* ſemidiameter lunæ apparens ex centro terræ viſæ, vel quod perinde eſt in Horizonte obſervatæ, ſit porro angulus *dae* ſemidiameter apparens lunæ in vertice ab obſervatore quodam

dam in ſuperficie telluris *a* ſpectatæ, erit angulus *aec* differentia ſemidiametrorum apparentium. Jam in triangulo obtuſangulo *aec* dantur omnes anguli, & inſuper latus *ac*, ſemidiameter terræ: Per regulam autem trigonometricam vulgo notam eſt Sinus anguli *aec* ad ſinum complementi anguli *eac* (hoc eſt ad Sinum anguli *dae*) ut latus *ac* ad latus *ce*. Q.E.D.

§. 21. In altero caſu, quando luna in Zenith obſervari non poteſt, obſervetur & menſuretur diameter lunæ in horizonte; & in alia altitudine, quæ quo major, eo melior, annotetur etiam altitudo lunæ ſupra Horizontem commodo inſtrumento; ad id tempus, quo diameter inveſtigata fuit. Deinceps fiat: ut partes Micrometri, lunæ diametro vel ſemidiametro in certa aliqua altitudine viſæ reſpondentes, ad particulas Micrometri reſpondentes diametro vel ſemidiametro lunæ in Horizonte viſæ: ſic ſinus diſtantiæ lunæ a Zenith (quæ eſt Complementum altitudinis lunæ obſervatæ) ad Sinum anguli diſtantiæ lunæ a Zenith, ex centro terræ viſæ. Angulus hic inventus ſubtrahatur ex angulo diſtantiæ lunæ a vertice obſervato, reſiduum erit Parallaxis lunæ illi altitudini competens. Secundo fiat ut Sinus parallaxeos jam inventæ

ad

ad Sinum diſtantiæ lunæ a vertice obſervatæ: ſic ſemidiameter terræ, ad diſtantiam lunæ a centro terræ.

§. 22. Demonſtratio hujus non eſt difficilis. Sit enim in Fig. XLVII. ut ante *de* ſemidiameter lunæ vera, *dce* ſemidiameter lunæ apparens in Horizonte, *dae* ſemidiameter lunæ certa aliqua altitudine obſervatæ. Manifeſtum eſt ex principiis trigonometricis, diſtantiam lunæ a centro terræ *ce*, eſſe ad diſtantiam *ae* lunæ ab oculo obſervatoris; uti eſt Sinus anguli *dae* ad ſinum anguli *dce*. Sinuum vero vices ſuſtinent particulæ Micrometri; quamobrem & illis commode ſubſtitui poterunt. Jam vero Fig. XLVIII. in triangulo *aec*; *c* eſt centrum terræ, *e* lunæ, *a* locus obſervatoris, & in triangulo *ace*, datur ratio lateris *ce* diſtantiæ centrorum terræ & lunæ, ad latus *ae* diſtantiam obſervatoris a centro lunæ, nempe eadem, quæ eſt particularum reſpondentium diametris obſervatis; quoniam præterea datur angulus *dae* diſtantia ſc. lunæ a vertice obſervata, invenitur quoque trigonometrice angulus *ace*, qui eſt angulus diſtantiæ lunæ a vertice ex centro terræ videndæ, nec non angulus *aec* parallaxis lunæ. Quoniam denique etiam latus *ac* ſemidiameter terræ datur, invenire licet quoque latus *ce* diſtantiam lunæ a centro terræ, inferendo; ut Sinus anguli *aec* ad Sinum anguli *dae*; ſic *ac* ad *ce* Q. E. D.

§. 23. Data diſtantia lunæ a terræ centro & ſemidiametro terræ, in proclivi eſt invenire parallaxin lunæ horizontalem ponendo; ut diſtantia centrorum lunæ & terræ ad ſemidiametrum terræ; ſic Sinus totus ad ſinum parallaxeos horizontalis lunæ. Poſſet quidem objici, diſtantiam centrorum terræ & lunæ quotidie mutari, hoc vero loco immutatam poni; ſed ſciendum, ſpatio 6. aut 7. horarum eam non multum variari, ita ut ſenſibilis error exinde timendus non ſit.

§. 24. Eclipſes lunæ hodie ordinarie obſervantur per teleſcopia, annotando exacte tempora, quibus maculæ lunares, certis hunc præcipue in finem a Mathematicis nominibus deſignatæ, immerguntur umbræ a terra in lunam projectæ, & quibus poſtea eædem maculæ iterum ex umbra emergunt. Hæc methodus utique ſua laude non eſt defraudanda, quippe uſus ejus in Geographia egregius eſt ad definiendas differentias Longitudinum, quibus una cum Latitudinibus datis, diſtantiæ locorum, longiſſimo etiam ſpatio diſtantium, ſupputari, & mappæ geographicæ emendari poſſunt. Sed non ſatis præciſe illa methodo determinari quantitas eclipſios poteſt, ob motum videlicet lunæ libratorium, propter quem ſitus, imo & figura macularum lunarium variatur; quin nec ſemper ea uti licet, ſi nempe aër turbatus ſit aut nebuloſus, quo fit, ut maculæ diſtincte non cernantur

nantur. Poterunt igitur etiam Micrometra, in foco vitri objectivi collocata, inſervire deliquiis lunaribus obſervandis. Namque menſurando partem non obſcuratam lunæ, dataque diametro lunæ, inveniri poteſt quantitas eclipſios ad ſingula momenta temporis annotata, ſi nempe pars luminoſa inventa ſubducatur ex diametro lunæ vel particulis diametro hujus reſpondentibus; reſiduum enim obſcuratam partem indicabit.

§. 25. Nec adeo difficile eſt invenire beneficio tubi & Micrometri ſemidiametrum umbræ, lunam obſcurantis. Sit in Fig. L. *adb*, portio lunæ lucida, *abc* umbra terræ, lunam obſcurans; applicandum ita eſt Micrometrum, ut altera pinnula ejus congruat apicibus *a*, *b* cornuum lunæ obſcuratæ, altera vero pinnula tangat umbram in *d*; particulæ Micrometri pinnulis interceptæ annotentur; horum enim numerus reſpondebit altitudini lineolæ *ed*, quam vocabimus m; deinde ocyus eodem Micrometro capiatur diſtantia apicum *ab*, qua extremitates cornuum a ſe remotæ ſunt, & numerus particularum Micrometri ſimiliter notetur, quem vocabimus 2n, quæritur jam ſemidiameter umbræ *cb* vel *cd*, quam dicemus x, erit igitur in triangulo rectangulo *ceb* crus *ce* $= x - m$, cujus quadratum una cum quadrato cruris *eb* æquatur quadrato hypotenuſæ *cb*, i. e. $xx - 2xm + mm + nn = xx$, qua Æquatione rite reducta prodit $x = \frac{mm + nn}{2m}$, hoc eſt: *Dimi-*

dium particularum reſpondentium diſtantiæ cornuum ab quadretur, & quadrato huic addatur quadratum perpendiculi d e, ſumma dividatur per duplum perpendiculi e d, quotiens erit ſemidiameter umbræ terreſtris quæſita in particulis Micrometri, quæ per ſupra dicta in ſcrupula grad. ſunt convertendæ.

§. 26. Ad inveſtigandas diametros apparentes reliquorum planetarum adhibenda ſunt teleſcopia majora & Micrometra in foco collocanda. Hæ diametri variant pro diſtantia planetarum a terra. Superiores enim ♄, ♃ & ♂ in oppoſitione cum ☉ majores videntur, quam quando non multum abſunt a ☌ ☉. Sed inferiores ♀ & ☿ majores videntur, quando inter ſolem & terram ſunt intermedii. *Is. Newton in Philoſ. nat. princ. mathem, pag. 414.* utendo potiſſimum obſervationibus *Flamſtedii* diametros apparentes Planetarum in diſtantiis a terra noſtra mediis definit ſequentes ♄ *18. ſec.* ejusdem annuli 40. vel 50. *ſec.* ♃. $39\frac{1}{2}$. *ſec.* ♂. 8. *ſec.* ♀ 28. *ſec.* ☿. 20. *ſec* circiter. De diametris apparentibus ſatellitum Saturninorum & Jovialium nil conſtat certi, quoniam horum exiguitas uſum Micrometrorum non admittit. Quod tamen concernit Joviales, ſpes eſt, ut eorum diametri præterpropter definiantur per umbras, quas projiciunt in corpus ♃. vel per moram temporis, quod inſumunt ſe occultando poſt Jovem, aut emergendo. Sed diſtantia comitum horum a ſuo Planeta primario prompte ſatis determinari poteſt.

CAP. X

Caput X.

QUOMODO MICROMETRA MICROSCOPIIS APPLICANDA SINT, DOCET.

§. 1.

HActenus vidimus, quomodo teleſcopiis Micrometra accommodari poſſint, ut metiri liceat Objecta remota; ſed reſtat adhuc alius uſus horum inſtrumentorum haud flocci pendendus, quamvis, quod ſciam, nemo de eo mentionem fecerit. Microſcopia ſcilicet etiam, quibus intuemur corpuſcula parva, Micrometra admittunt.

§. 2. Non dubium mihi eſt, gratum fore iis, qui contemplatione rerum parvularum delectantur, ſi noverint, dari methodum, qua res Microſcopiis viſas dimetiri queant. Licet enim in cœlis magna & ſtupenda, præſertim adhibitis teleſcopiis, miracula ſpectanda ſeſe offerant; in hiſce tamen inferioribus etiam multa occurrunt Objecta, quorum natura, ſtructura aliæque proprietates examinari & perveſtigari merentur in ſubſidium vocatis Microſcopiis.

§. 3. Allegaſſe ſaltim ſufficiat, quæ celeberrimi viri, *D. Hock*, *Malpighius*, *Leeuwenhoek*, aliique in hoc genere dudum præſtiterunt, abundeque demonſtrarunt, non dedecere naturæ myſtas in talibus minutiis verſa-

ri. Qui plura deſiderat ſpecimina, radices, floſculos, folia, fructus, ſemina vegetabilium Microſcopiis ſubjiciat, invenientur multa, quæ non tantum oblectare animum, ſed & prodeſſe plurimum poterunt.

§. 4. Non ergo, ſpero, operam ſumam inanem, ſi paucis egero de rerum per Microſcopia viſarum dimenſione. Sunt vero Microſcopiorum totidem fere genera, quot teleſcopiorum, ſed ea recenſere inutile exiſtimo, ſolummodo id examinabo, quod Micrometris aptiſſimum cenſeo. Teleſcopia, quæ binis vitris convexis rite ordinatis conſtant, pro recipiendis Micrometris aptiora ſupra Cap. II. oſtendi. Eodem modo Microſcopia, quæ componuntur tantummodo duabus lentibus convexis, magis commode Micrometra, quam alia Microſcopia recipient. Magna enim inter Teleſcopium & Microſcopium duarum lentium convexarum ſimilitudo intercedit. Utrumque multis modis auget magnitudinem Objectorum, eaque nitide, diſtincte & clarè oculis videnda ſiſtit, invertuntur Objecta, ab utroq; ob eandem cauſam, imago etiam utrobique inter vitrum objectivum & oculare intermedia pingitur; ſed differentia in eo conſiſtit, quod imago, quam efformat vitrum objectivum teleſcopii, minor ſit objecto prototypo; lens vero objectiva microſcopii imaginem majorem objecto prototypo exhibeat. Nam quemadmodum lenti objectivæ alicujus teleſcopii imago propior eſt,

eſt, Objectum autem remotius: ita e contrario lenti objectivæ microſcopicæ Objectum eſt propius, at vero imago remotior.

§. 5. Sit (Fig. XLIX.) *A B* objectum aliquod videndum parvulum, emittens ad lentem convexam valde acutam & ſibi propinquam *C D* radios luminoſos, v. g. ex puncto *A*, *A D* & *AC*; ex puncto *B* vero *B C* & *B D*, hi juxta *Cap. II. Propoſit.* 1. refringentur in lente *C D*, ut ij, qui ex uno puncto Objecti prodierunt, iterum in uno puncto poſt lentem concurrant, & imaginem efforment per *ejusdem Capit. Propoſit.* 3. hoc eſt, radii *AC*, *A D* in *C* & *D* ita refringentur, ut denuo in *a* concurrant, ſimiliter & radii *B C*, *B D* in *C* & *D* refringentur, ut poſt lentem in puncto *b* coëant. Porro, quoniam axes *A a* & *B b* conorum radioſorum adverſorum *C A D*, *C a D* & *C B D*, *C b D* ſe prope punctum *E* interſecant per *Cap. I. Propoſit.* 4. propter ſimilitudinem triangulorum *A C B* & *a C b*, licebit inferre: ut *E A* vel *E B* ad *A B*: ſic *E a* vel *E b* ad *b a*. Quandoquidem vero diſtantia objecti *A B* a lente minor eſt, quam diſtantia imaginis, ideoque etiam imago *b a* major erit Objecto *A B*. Si jam eo loco, ubi imago *b a* pingitur, charta collocetur, in eadem imago videri poterit ab oculo in *O* poſito, toties aucta, quoties angulus *b O a* ſuperat angulum *B O A*. Sed remota charta, & interpoſita lente convexa *F G* eadem imago *b a* adhuc magis augetur.

§. 6. Radii enim luminoſi, v. g. *AC*, *AD*, qui ex uno puncto Objecti prodierunt, poſtquam in lente objectiva *CD* Microſcopii refracti fuerunt & in uno puncto v. g. *a*, pro imagine formanda iterum concurrerunt, ibidem non ſiſtuntur, ſed recta progrediendo, a ſe divergunt, & in lentem oppoſitam ocularem *GF* incidunt, in qua denuo ita refringuntur, ut lentem iſtam egreſſi, fere paralleli in oculum incidant, in cujus tunica cornea & humoribus ſic denique refringuntur, ut ſecundo omnes radii, qui ex eodem puncto imaginis & objecti provenerunt, in uno puncto retinæ coëant, & ſecundam imaginem efforment. Itaque idem eſt, ac ſi loco imaginis *b a* (quæ virtute lentis objectivæ formata eſt) poſitum eſſet aliquod aliud Objectum, radios luminoſos diſpergens, & ab oculo *O* per lentem *FG* videndum. Quemadmodum enim magnitudo hujus per lentem augetur; eodem modo etiam augebitur & videbitur imago *b a*. Hinc ſi in loco imaginis *b a* Micrometrum collocetur, hoc ſimul cum imagine *b a*, magnitudine utriusque eadem ratione adaucta apparebit. Quamobrem Micrometra, quæ in foco alicujus teleſcopii adhibentur, poterunt quoque inſervire Micrometro, ſi in hujus foco ſeu loco imaginis applicentur.

§ 7. Si igitur Objectum aliquod parvulum, per Microſcopium viſum ſit, depingendum, adhiberi poterit Micrometrum illud

ſimplex

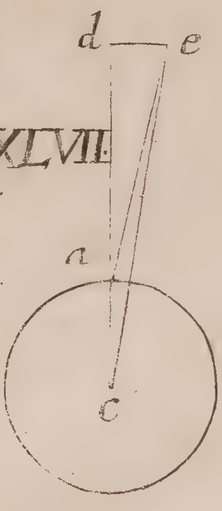


Fig: XLVII.

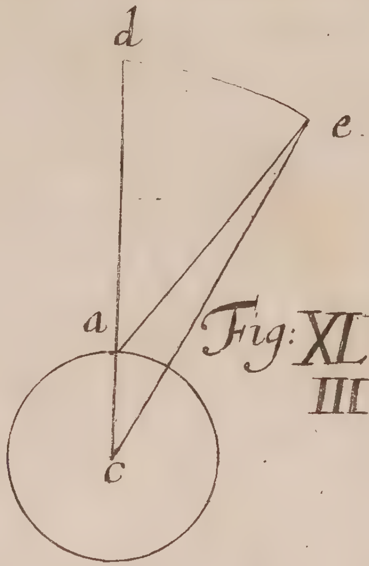


Fig: XLVIII.



Fig: XLIX.

ſimplex & reticulatum, quod ſupra *Cap. III.* §. *1.* & 2. deſcripſimus, & *Fig. X.* delineavimus. Eſt hoc intra Microſcopium collocandum in loco imaginis, hoc eſt, eâ diſtantiâ a vitro oculari verſus vitrum objectivum, quæ ſit æqualis diſtantiæ vitri ocularis ab oculo, ita enim fila ejus vel pili quaſi Objecto incumbentes diſtincte conſpicientur. Si deinde in charta delineatum fuerit aliud ſimile rete, intra hujus quadratula Objectum ſecundum debitam proportionem partium, deſignare ac depingere licebit. Alio modo objecta parva, ut ſunt muſcæ, culices, magnitudine aucta poſſunt repræſentari. Objectum enim ejusmodi parvum acu transfixum immittatur tubo, & quiden in loco imaginis, (ſi placet etiam vitrum objectivum eximi & ſolum oculare intus relinqui poteſt) ita tubus obvertatur ſoli, ut imago ejus in charta alba oppoſita appareat, intra diſcum ſolis in charta repræſentatum apparebit quoque umbra Objecti nitide delineata, modo Objectum, lens & charta debitam a ſe invicem ſervent diſtantiam, quæ quidem per *Cap. I. Propoſ. 3.* determinari poteſt, ſed facilius tentando, hoc eſt, vel removendo vel propius admovendo chartam invenitur. Quo propius eſt Objectum lenti, eo magis removenda eſt charta, & eo major apparebit umbra Objecti; quo remotius eſt Objectum a lente, eo propius charta eſt admovenda lenti, ſed umbra minor apparebit. Eadem igitur hic ratio eſt, quæ Laternæ magicæ.

§. 8.

§. 8. Quod ſi vero accuratior menſura Objecti deſideretur, utendum erit Micrometro aliquo cochleato, qualia plura *Cap. II. l. citato* exhibuimus. Quando vero aliquod Micrometrum ita applicatum eſt, ut una cum Objecto videndo & menſurando diſtincte appareant pinnulæ, diſtantia vitrorum eſt accurate annotanda, & in plano objectivo lineola ducenda eâ longitudine, ut tota uno obtutu per Microſcopium appareat, v. gr. $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$, aut $\frac{1}{30}$ &c. unius pollicis vulgaris. Diducendæ poſtea, circumgyrando cochleam, eo uſque ſunt pinnulæ, ut extremitatibus iſtius lineolæ exacte congruant, quo impetrato videndum, quot particulis Micrometri pinnulæ a ſe invicem diſtent, & lineolæ longitudini reſpondeant; hic enim particularum numerus poſthinc erit inſtar normæ juxta quam alia Objecta menſuranda ſunt: ut ſi e. g. inveniamus 1000. particulas Micrometri reſpondere decimæ parti unius pollicis, idem erit, ac ſi decima pars pollicis in mille alias particulas revera diviſa eſſet. Hac proinde methodo corpuſculorum minimorum magnitudines in particulis minimis menſuræ vulgaris, determinare licebit, & invenire, quota pars pollicis ſit craſſities pili, imo & fili bombycini, quod tenerrimum eſt, modo Microſcopium ſatis Objecta augeat.

C. 6.0.
947
254
coll. comp.
14 tavole.